



安心安全なIoT社会を構築する LCCAネットワーク構想

2018年1月版

奈良女子大学
研究院生活環境科学系生活情報通信科学領域
教授 松本 尚

ASIC, ASSP, SoC

ASIC: Application Specific Integrated Circuit

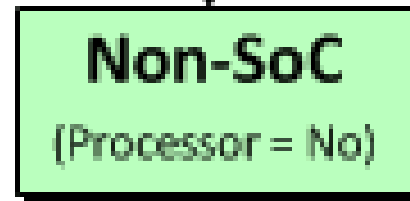
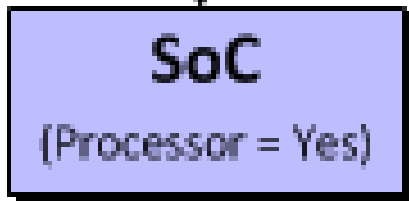
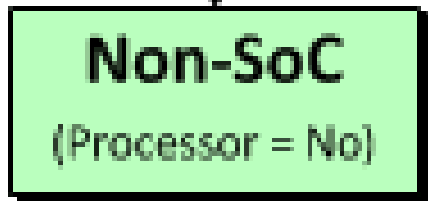
ASSP: Application Specific Standard Product

SoC: System on Chip

Special-purpose device
designed and/or used
by a single company in
a specific system

More general-purpose
device intended for
use by multiple system
design houses

Same design and
implementation
tools and flows



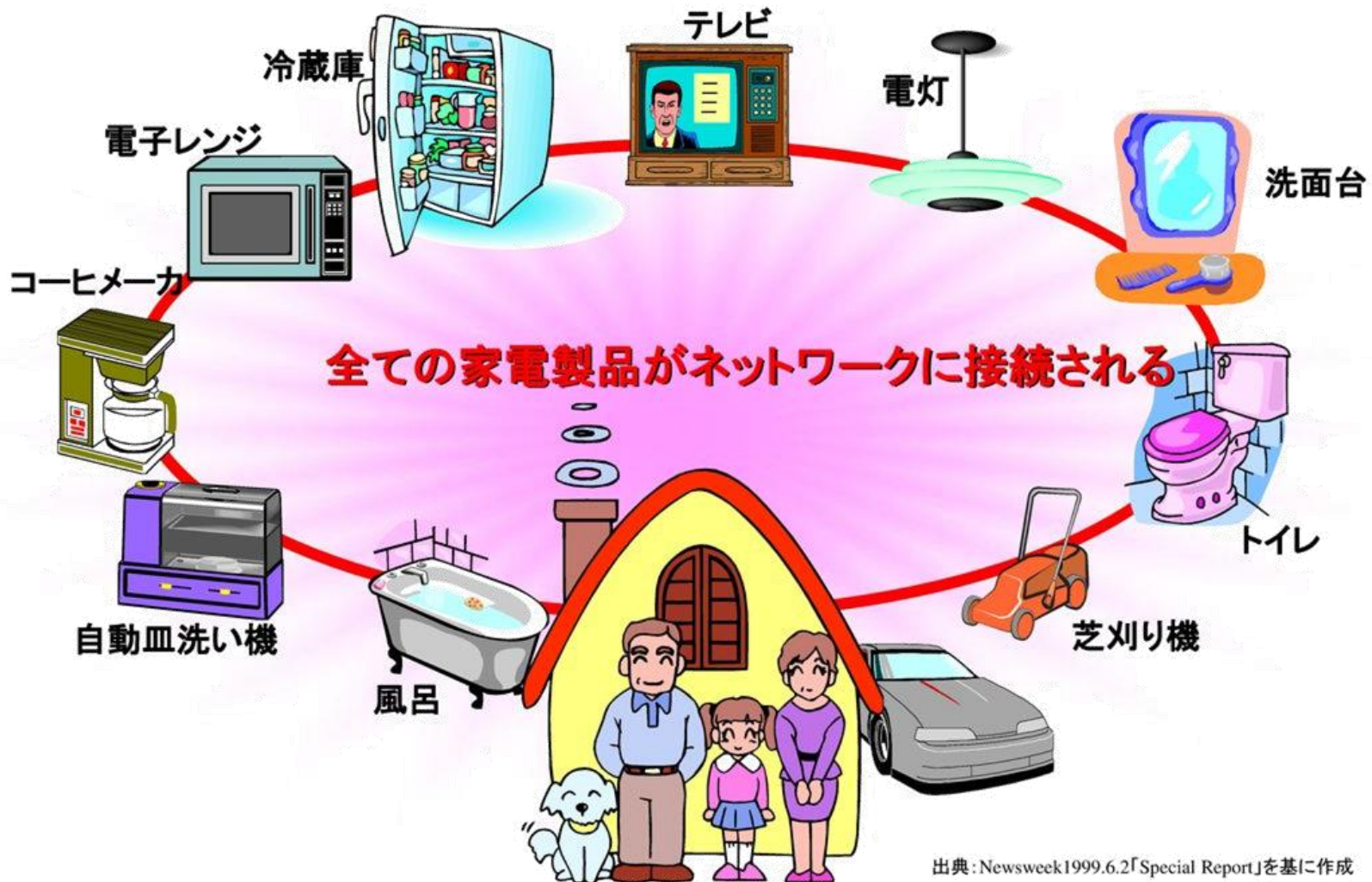
ASSP SoCを内蔵している製品 1

スマホ、タブレット：パソコンなみのメモリ容量であるため、メモリはSoCに外付けされる。データ通信ポートは一つで十分（G3/G4,WiFi）

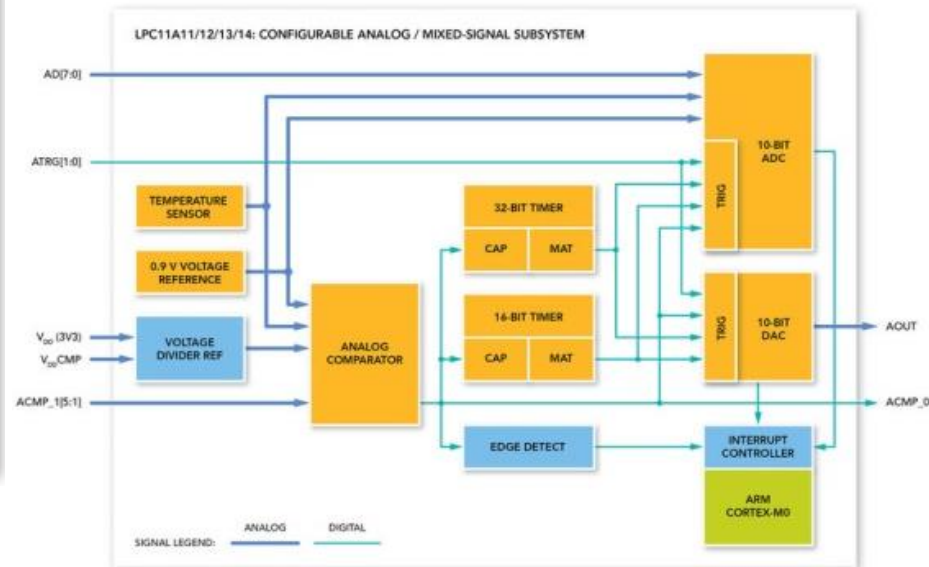
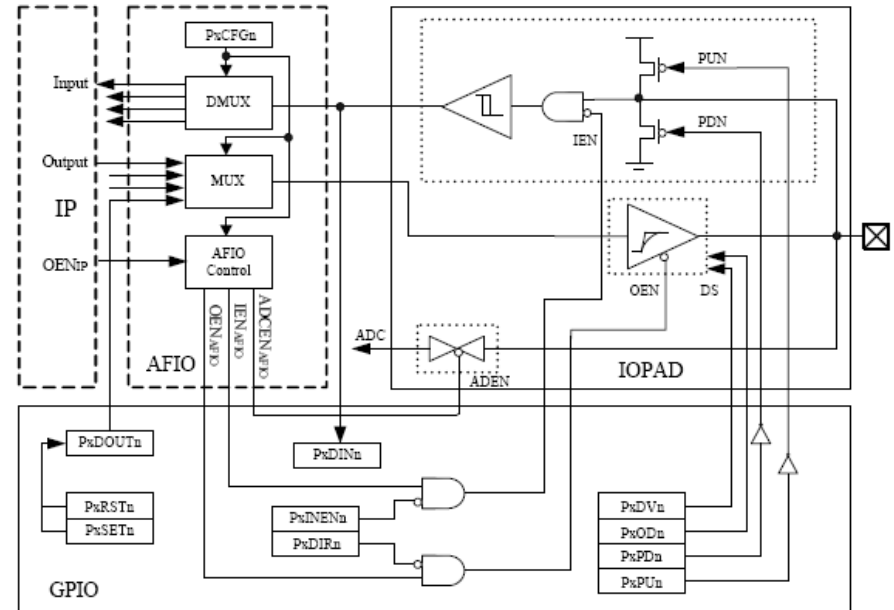
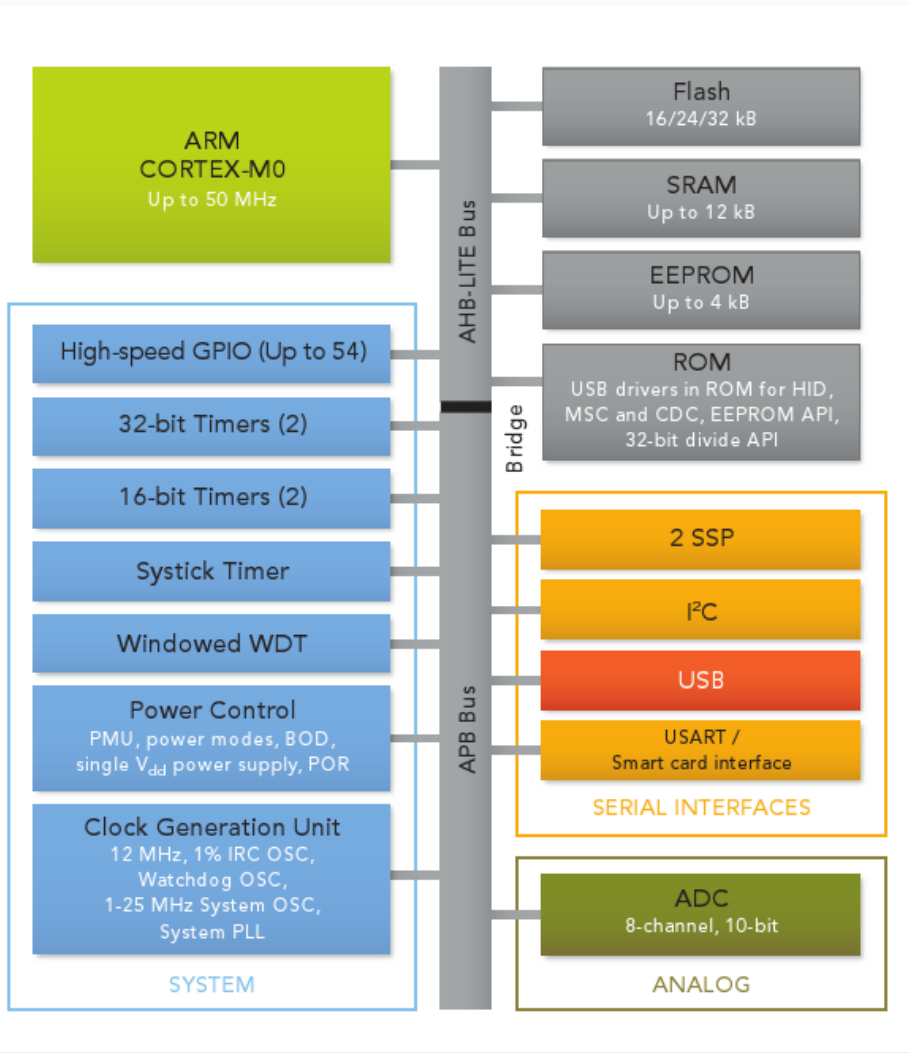


ASSP SoCを内蔵している製品 2

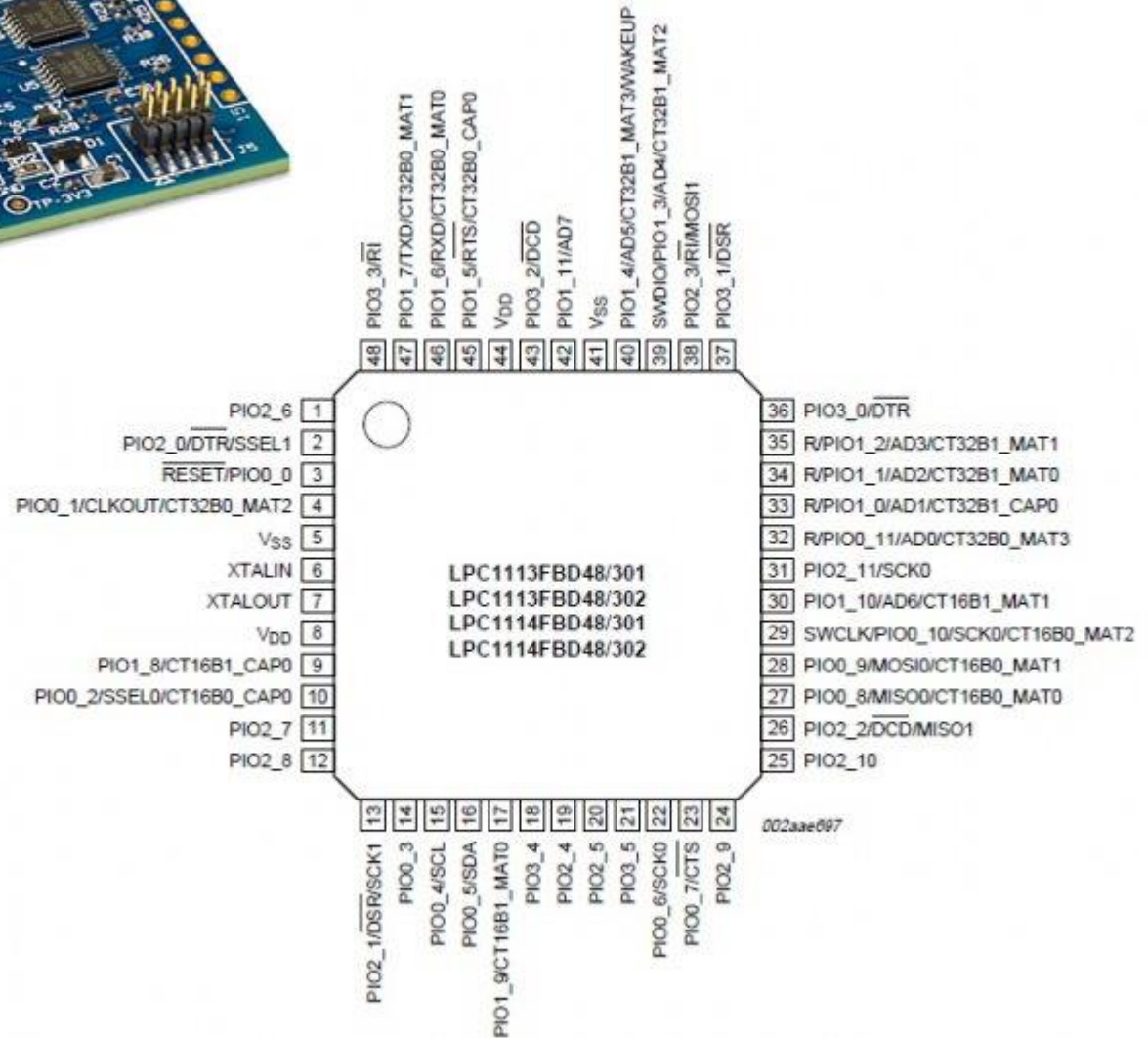
情報家電：メモリはSoCに内蔵される。通信ポートは一つで十分。



ASSP SoCの例 LPC11Uxx (1)



ASSP SoCの例 LPC11Uxx (2)

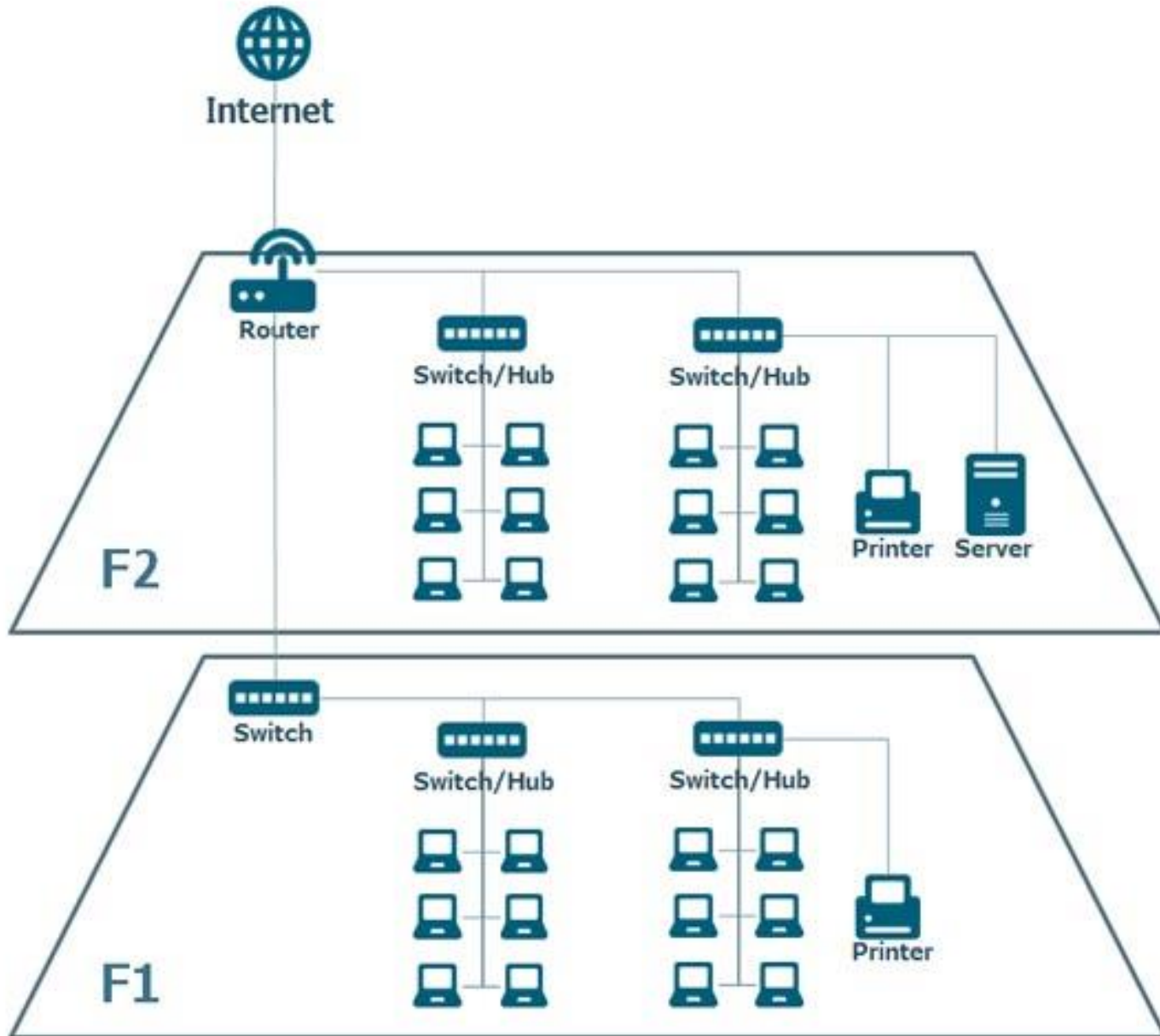


スイッチングハブ

安価なスイッチングハブ内には、専用のLSIが内蔵され、複数の通信ポートがある



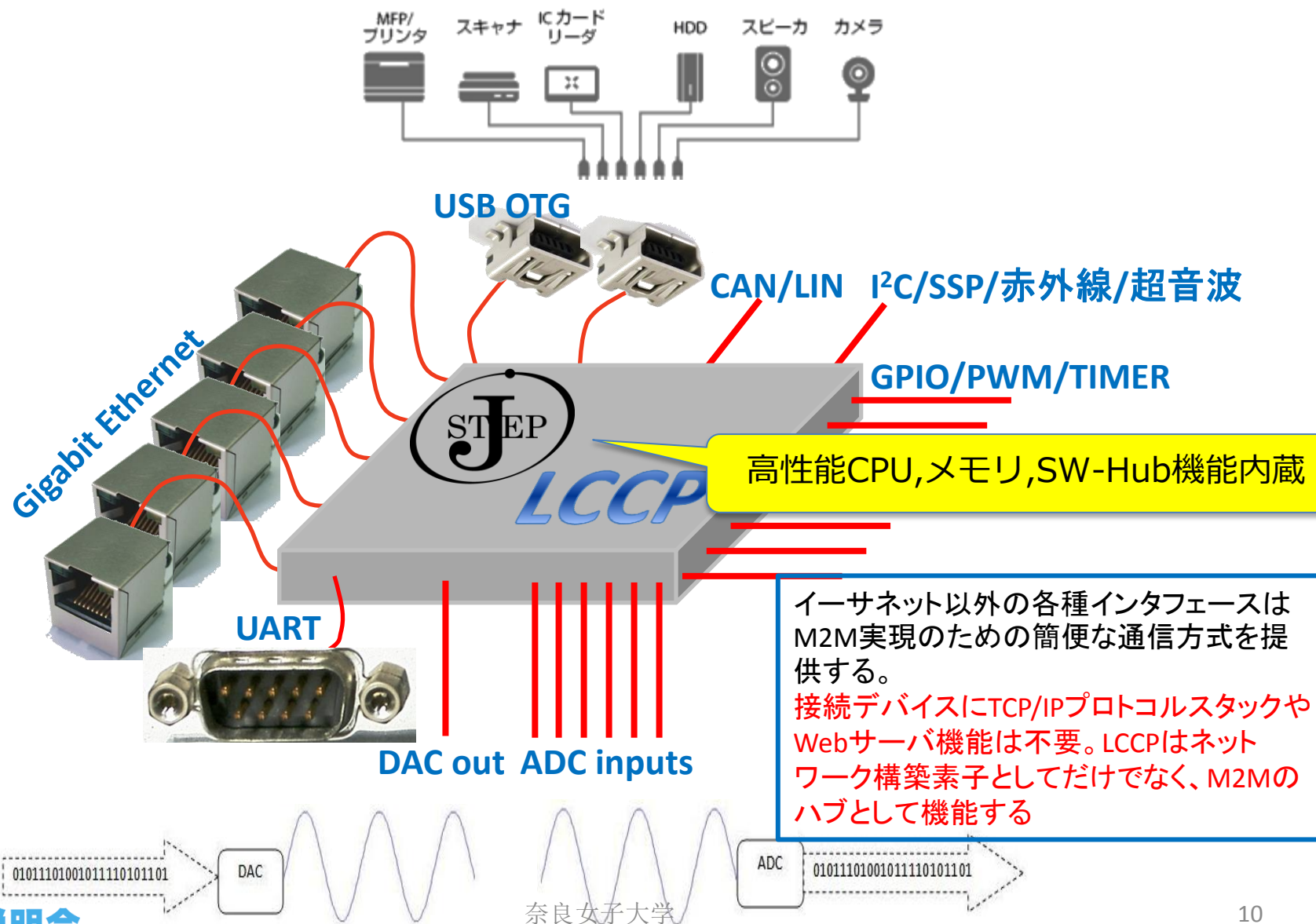
スイッチングハブの接続形態



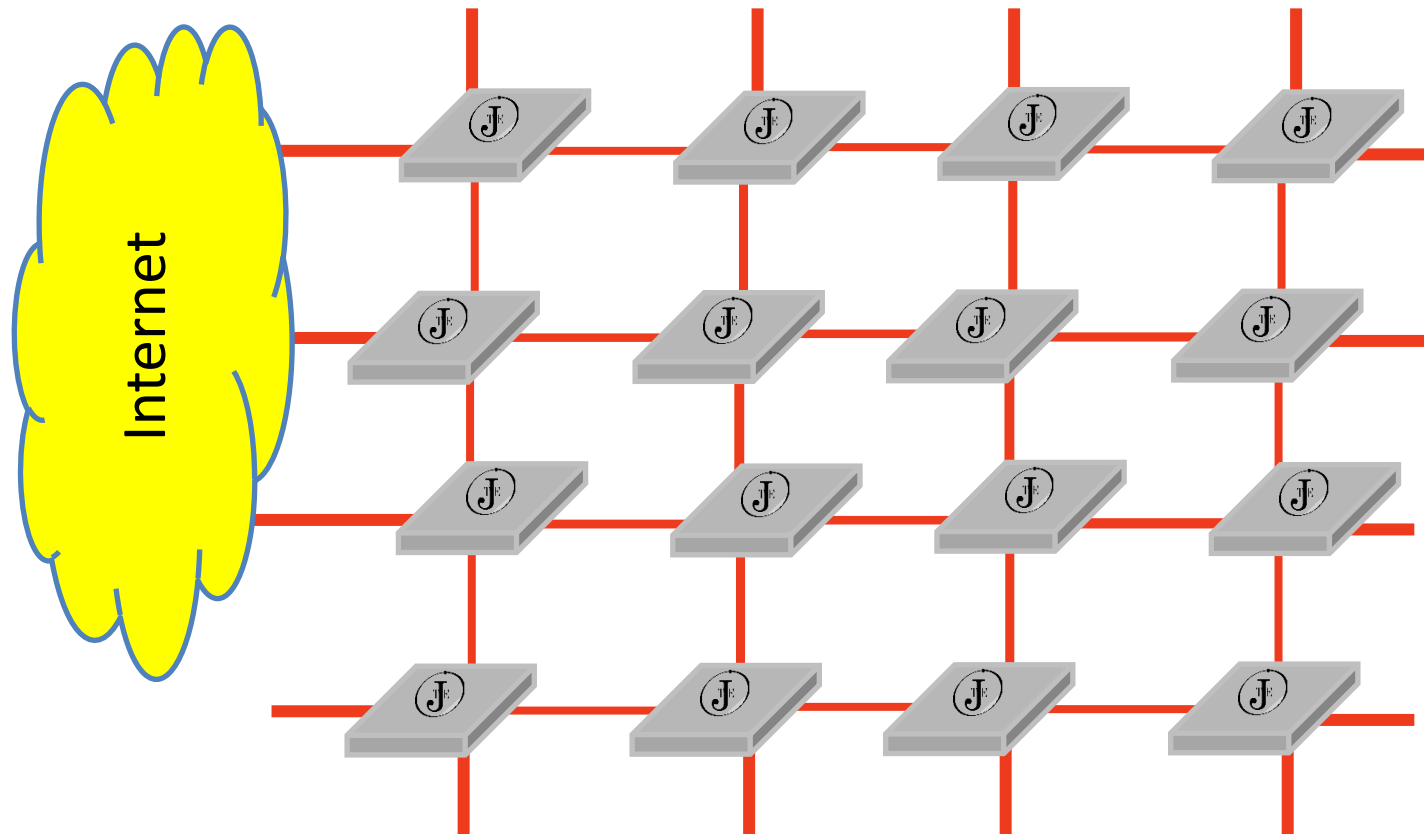
LCCPとLCCA

- プロセッサ、メモリ、GPIO、各種シリアルIFを内蔵したSoC (System on Chip)に、スイッチングハブ機能を付加することによりネットワーク構成素子を作る。この素子を**LCCP: Life Computing and Communication Processor**と呼ぶ
- 複数のLCCPを冗長なパスが存在する形に繋ぎ合わせるにより**安心安全な**ネットワーク(LAN)を構成する
- LCCPはインテリジェンスのあるスイッチングハブとして機能するのみではなく、シリアルIFによって近くの機器をシリアル通信を介してネット接続可能にする
- 上記ネットワークシステムの構築法を**LCCA: Life Computing and Communication Architecture**と呼ぶ

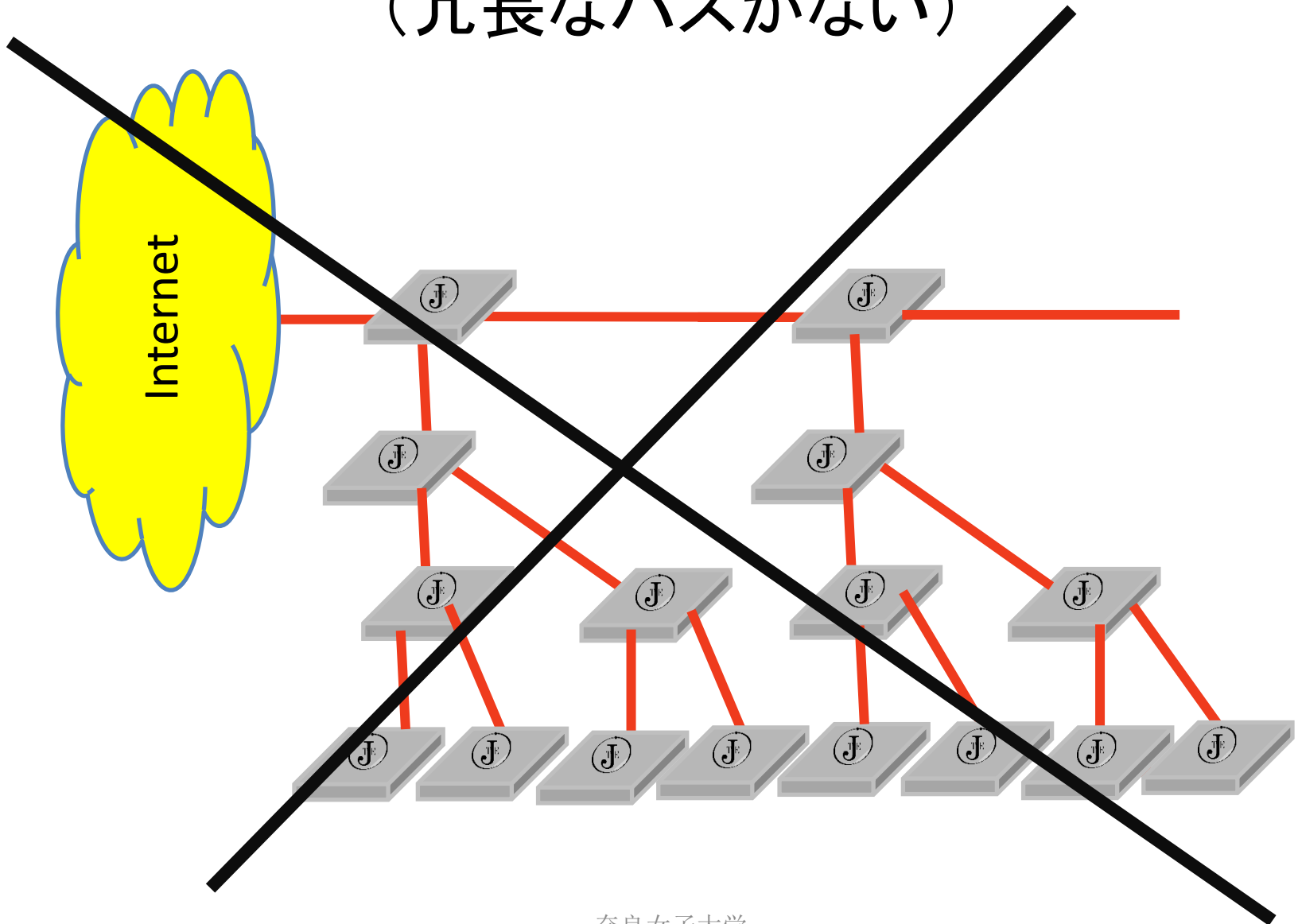
LCCP (Life Computing and Communication Processor)



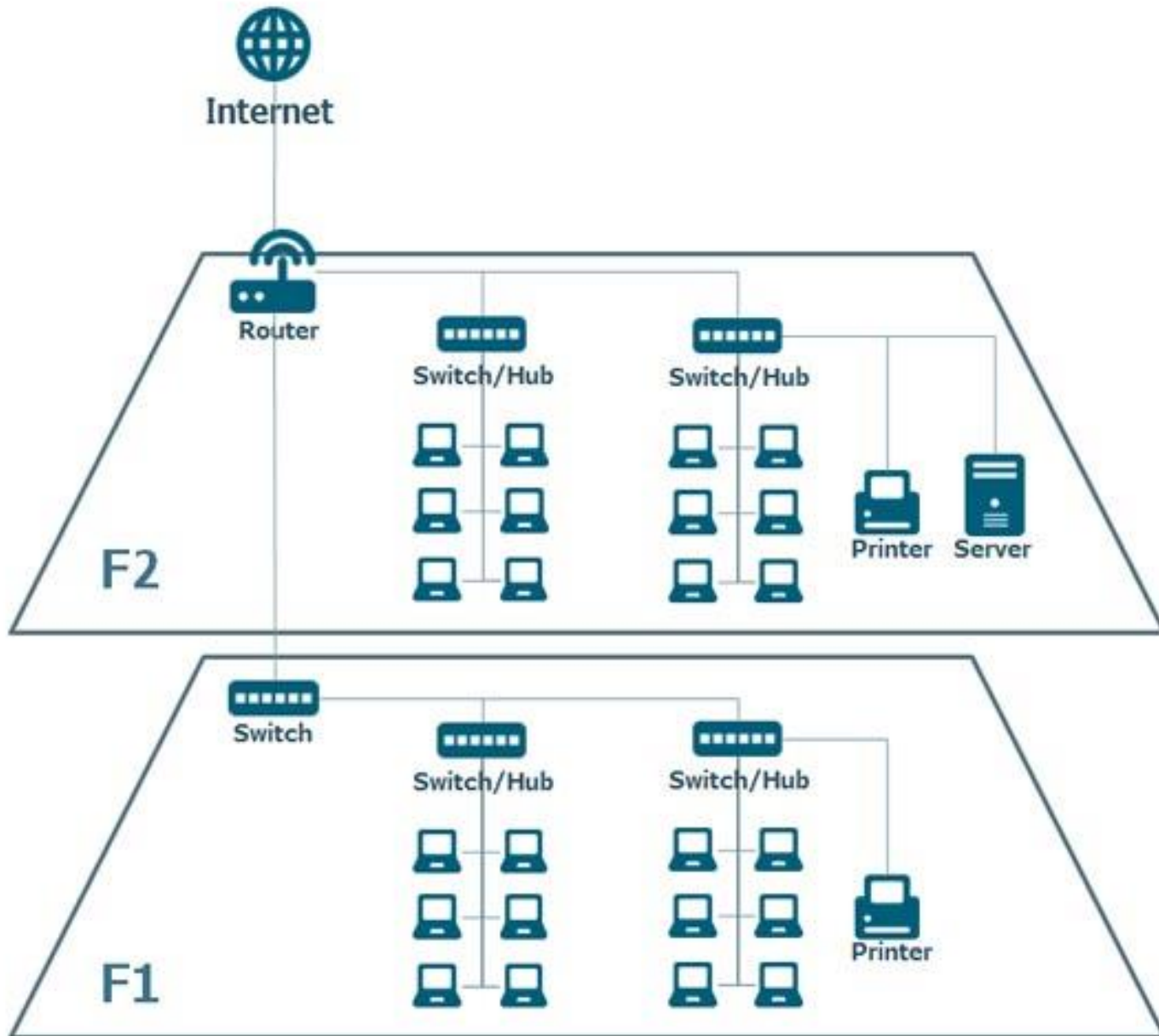
LCCAネットワークの例 (例：LCCPをメッシュ状に接続)



LCCAネットワークのダメな例 (冗長なパスがない)



スイッチングハブの接続形態



インターネットの接続形態

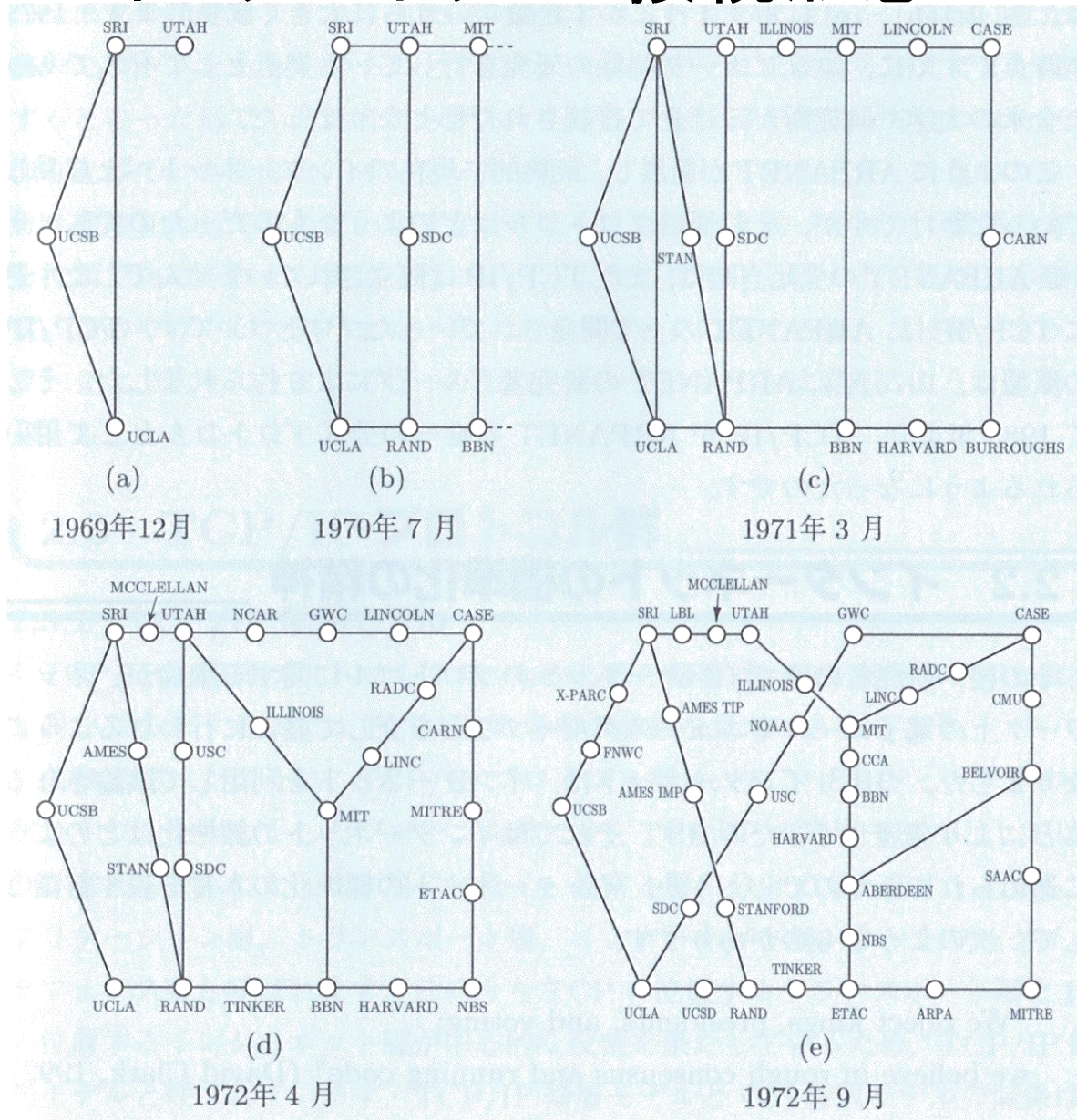


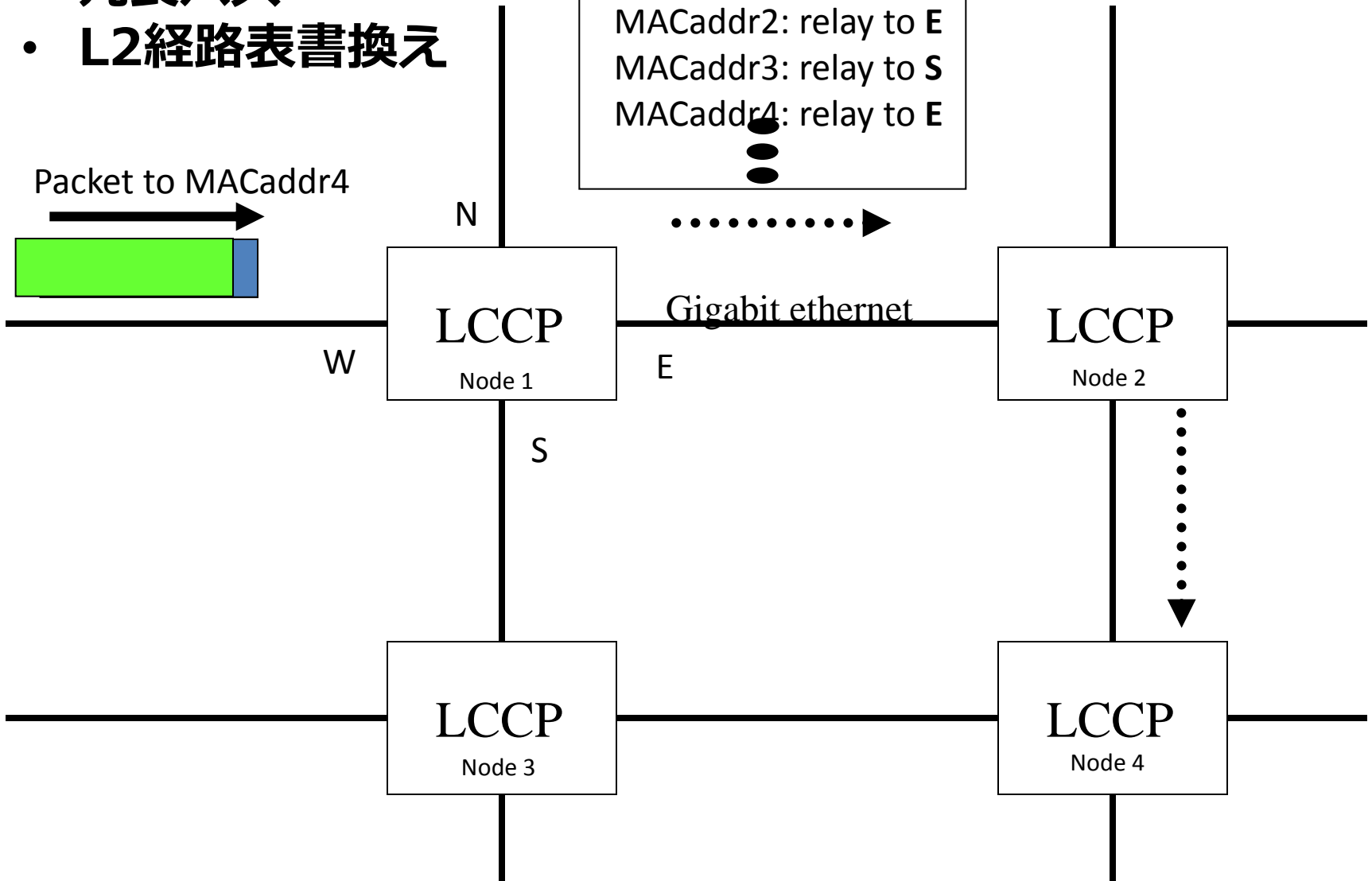
図 2.1 ARPANET の出現と成長

高可用性確保 1

- 冗長パス
- L2経路表書換え

Routing table of node 1

MACaddr1: receive
MACaddr2: relay to E
MACaddr3: relay to S
MACaddr4: relay to E
⋮

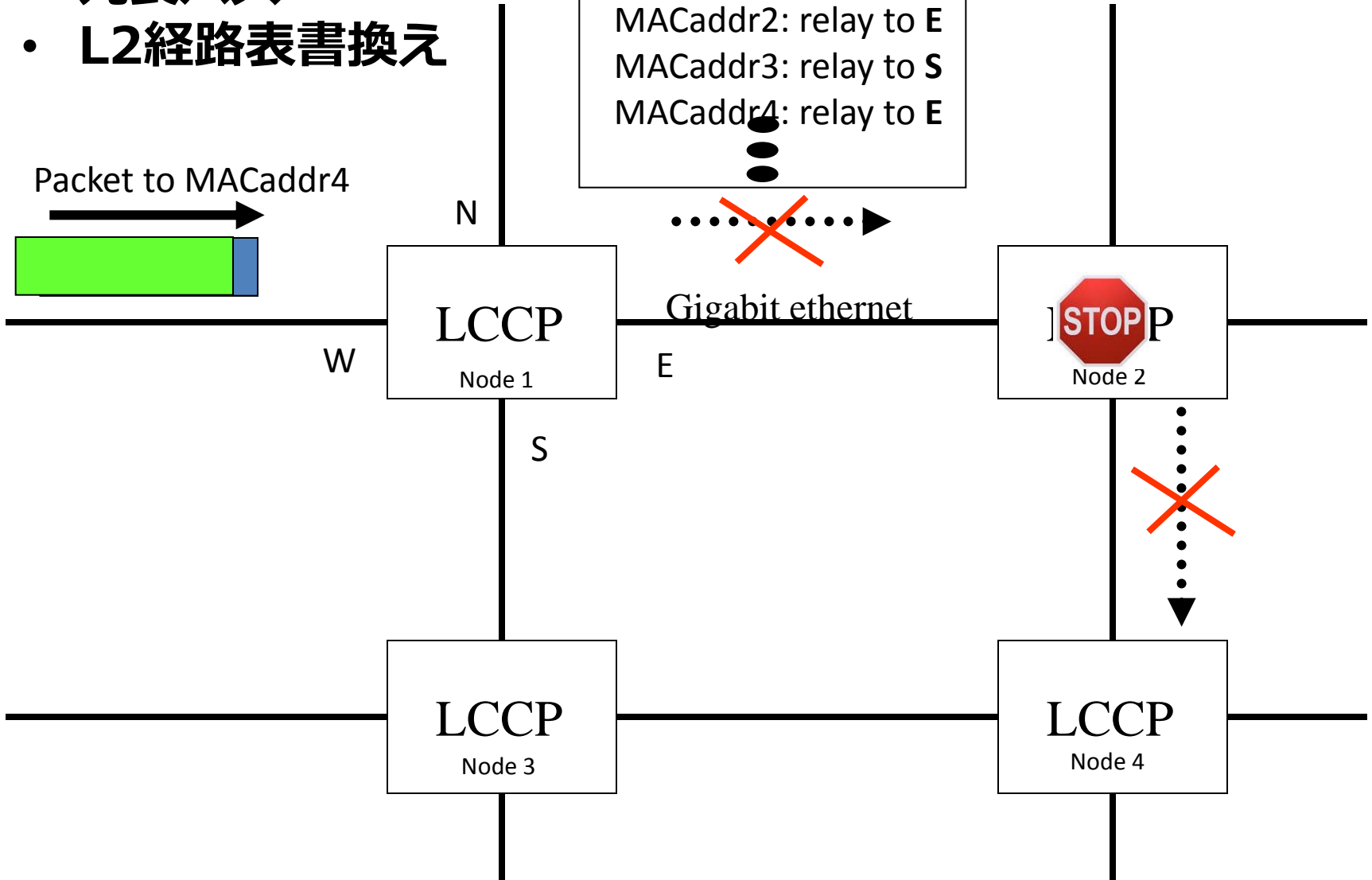


高可用性確保 2

- 冗長パス
- L2経路表書換え

Routing table of node 1

MACaddr1: receive
MACaddr2: relay to E
MACaddr3: relay to S
MACaddr4: relay to E
⋮

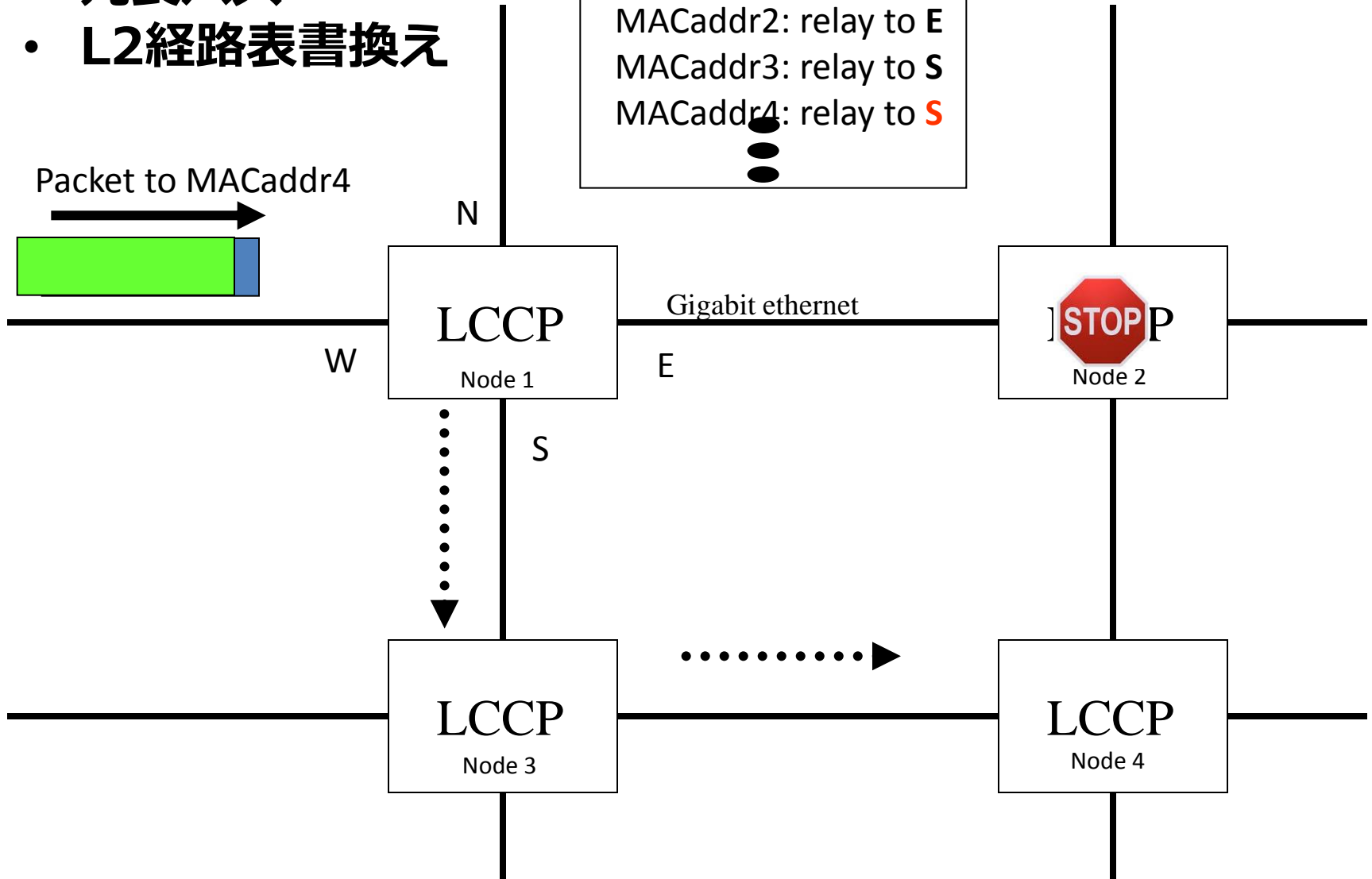


高可用性確保 3

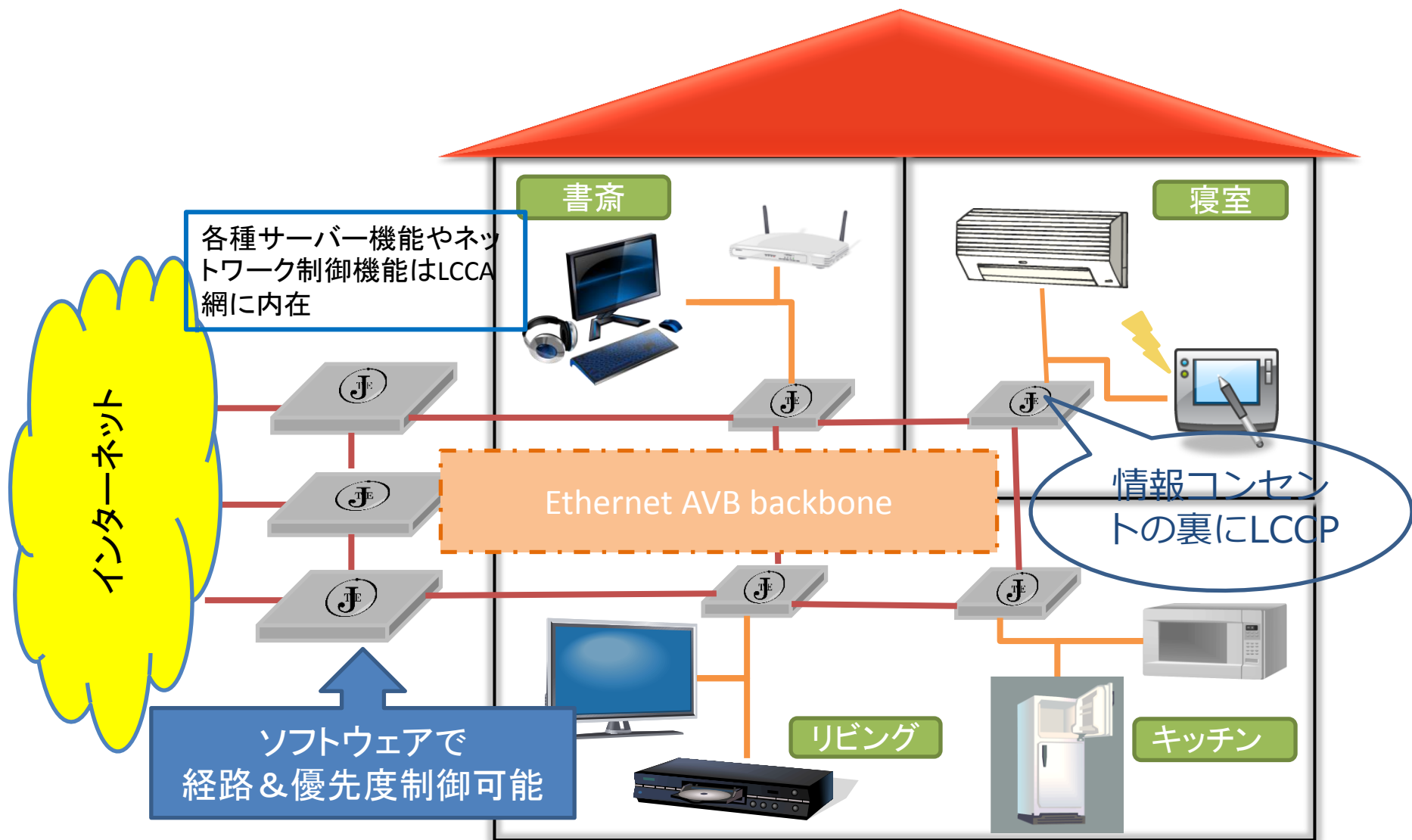
- 冗長パス
- L2経路表書換え

Routing table of node 1 updated by the SSS-PC which detects failure of node 2

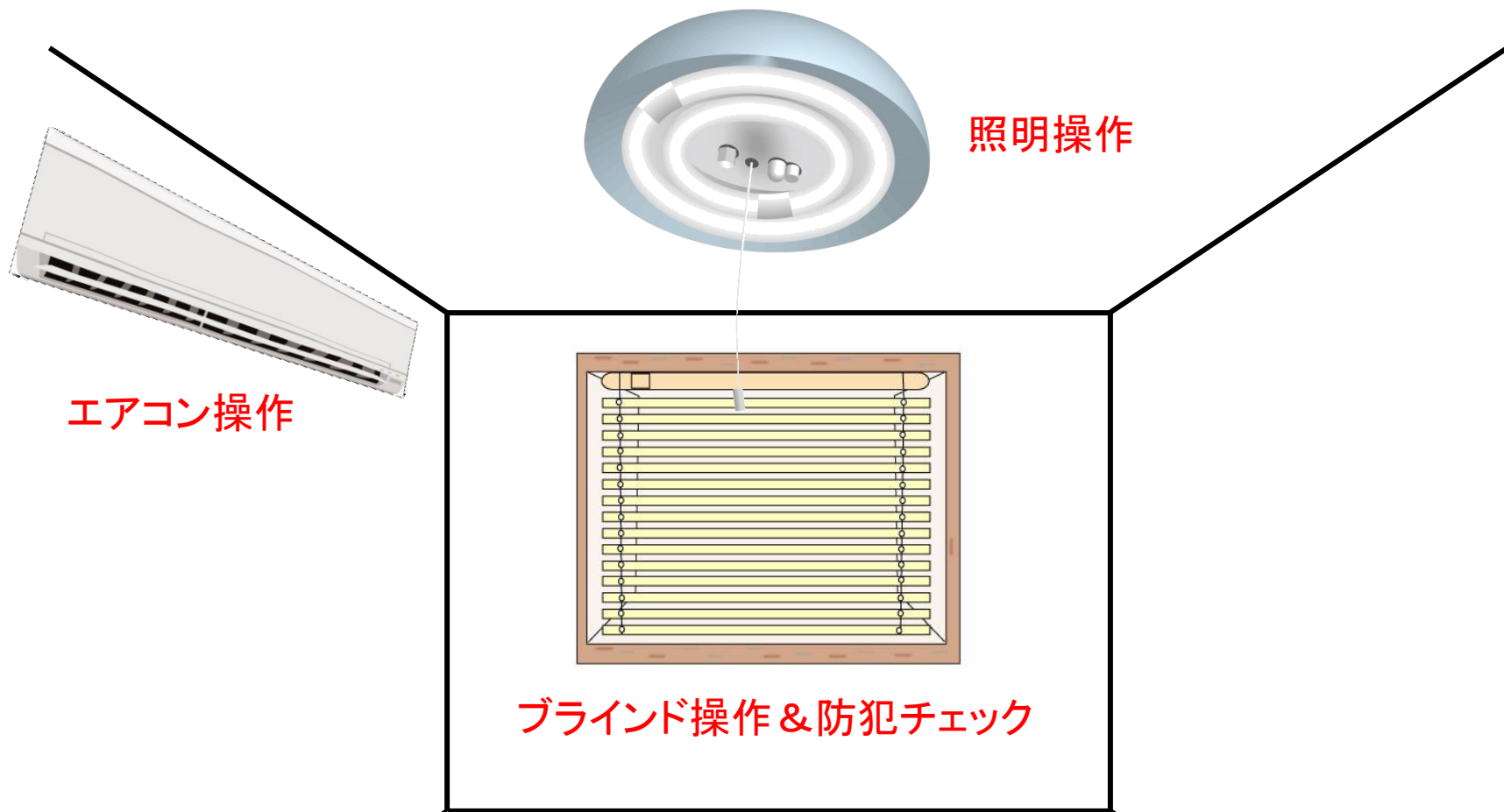
MACaddr1: receive
MACaddr2: relay to E
MACaddr3: relay to S
MACaddr4: relay to **S**



LCCAの用途例(家庭向け)

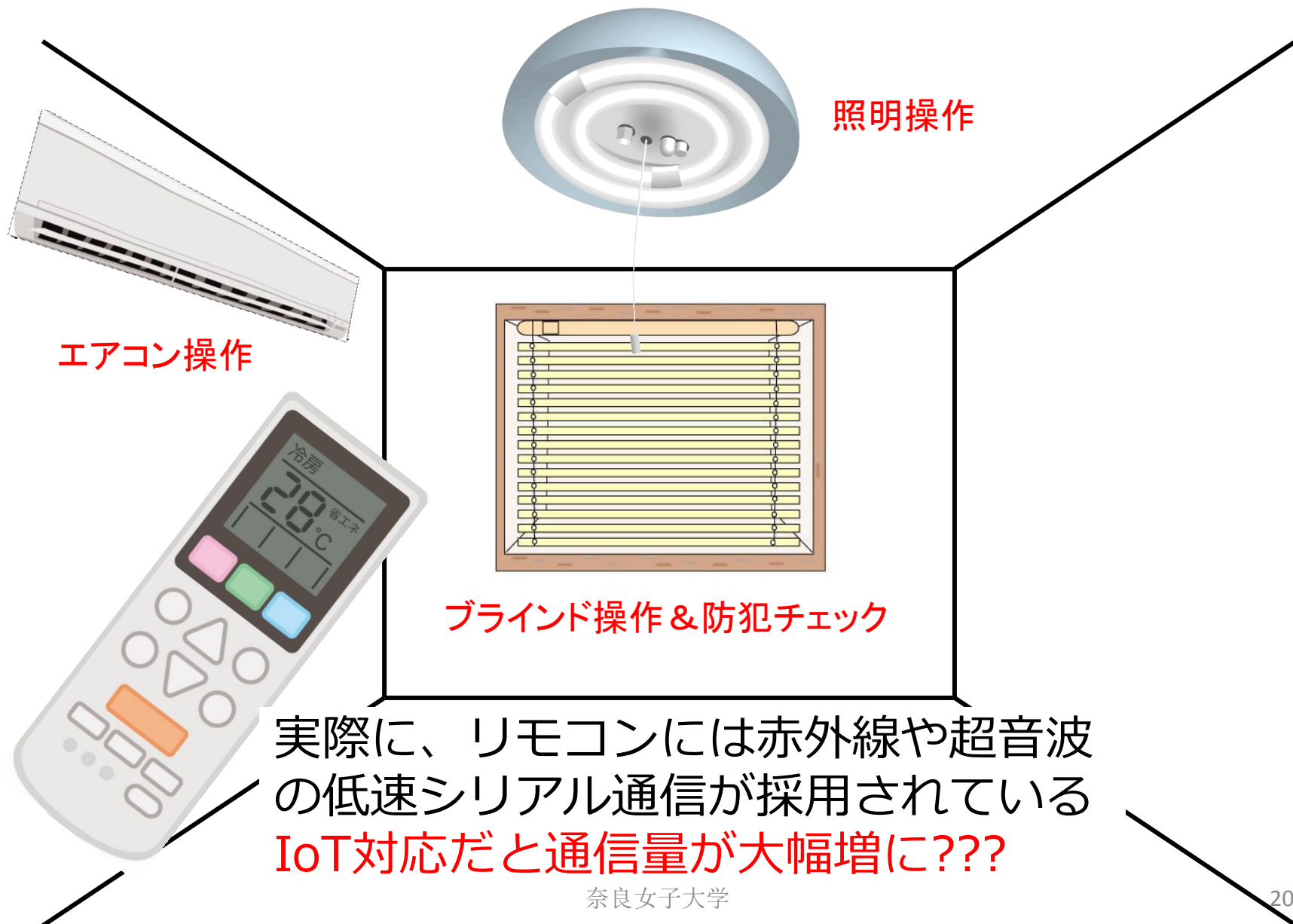


IoT対応機器に高速通信は必要か 1

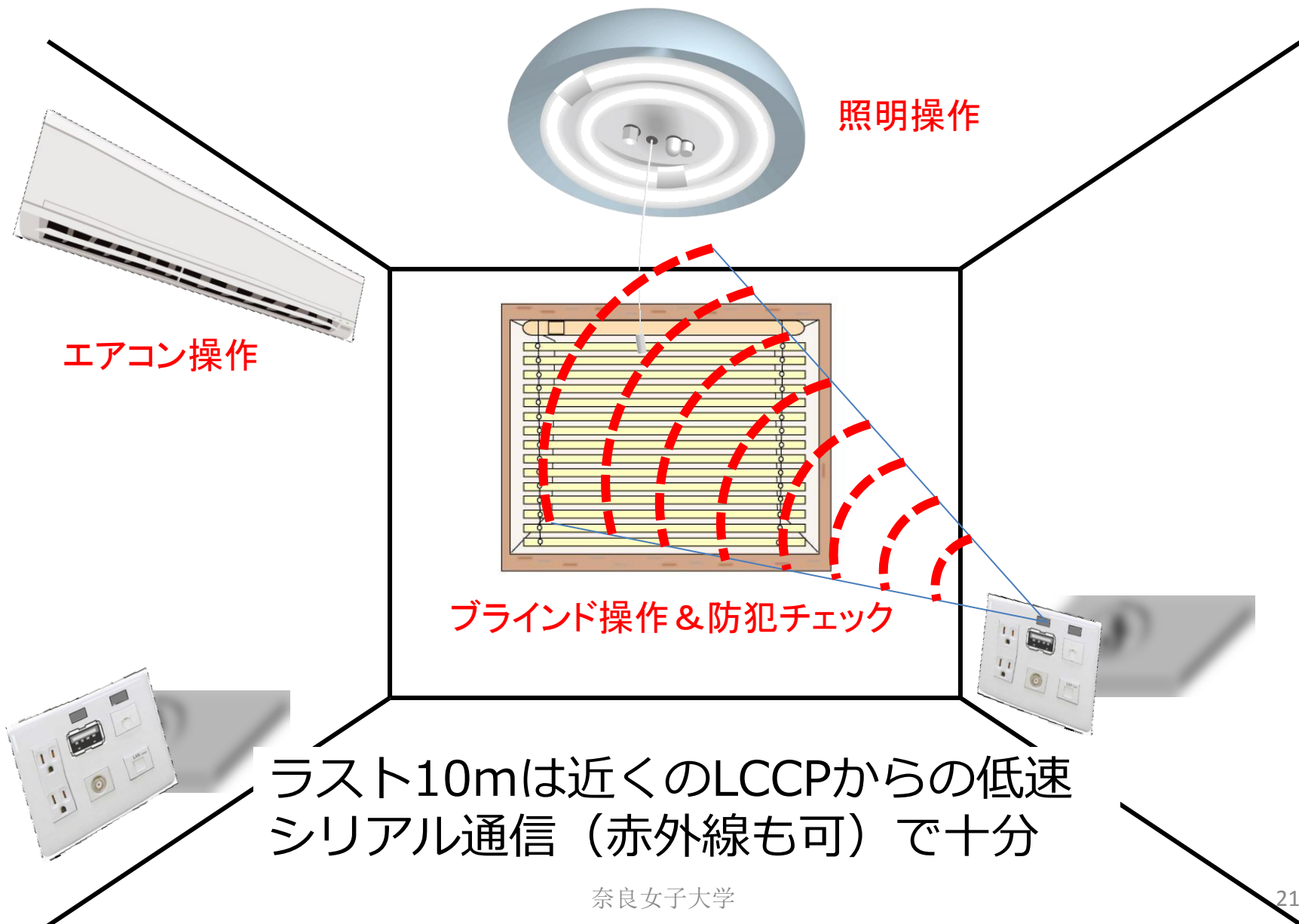


高速データ通信が必要な理由は？
Ethernetや無線LANは大げさ過ぎないか？

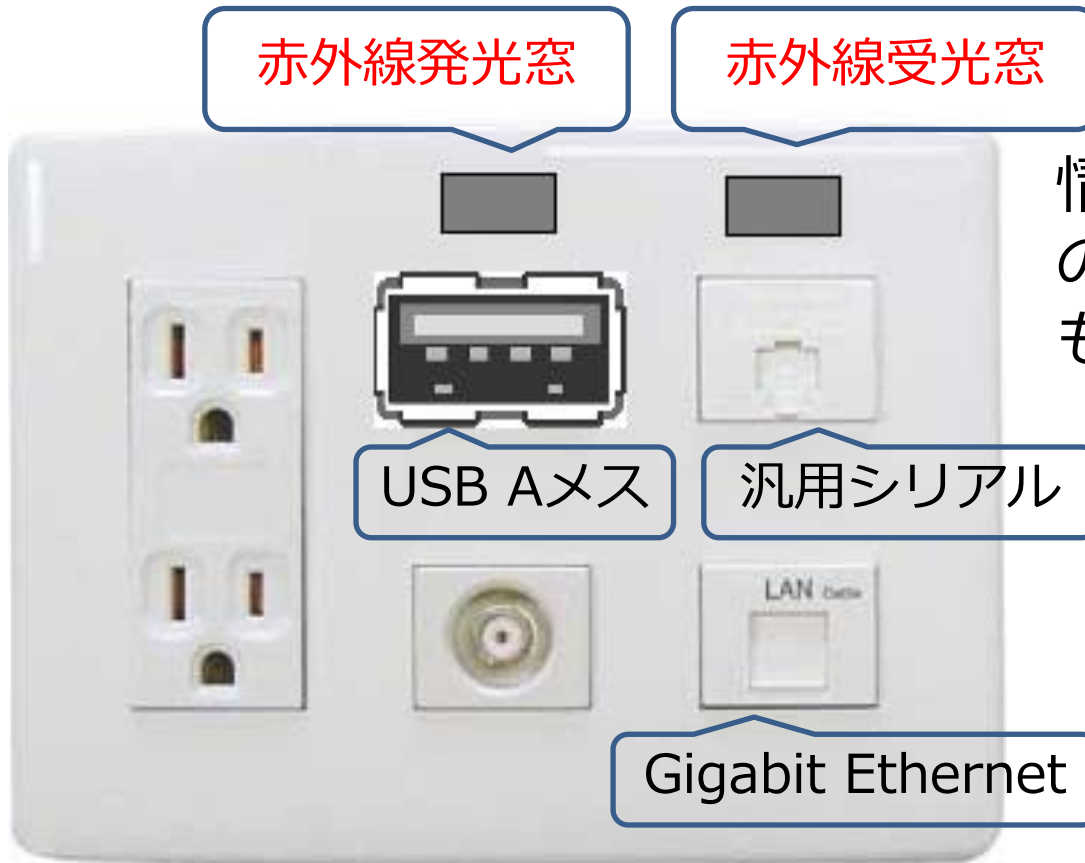
IoT対応機器に高速通信は必要か 2



IoT対応機器に高速通信は必要か 3



LCCA対応情報コンセント



情報コンセントの裏（壁の内側）には、少なくとも1個のLCCPが設置。

LCCPによる赤外線通信

一つの赤外線通信チャンネルで複数の機器を制御することは可能（学習リモコンと同じ原理）

- 機器から情報コンセント（LCCP）側への確認応答が最低限必要
- 室温情報や防犯情報は機器から情報コンセント側に得られる方がよいと考えられる

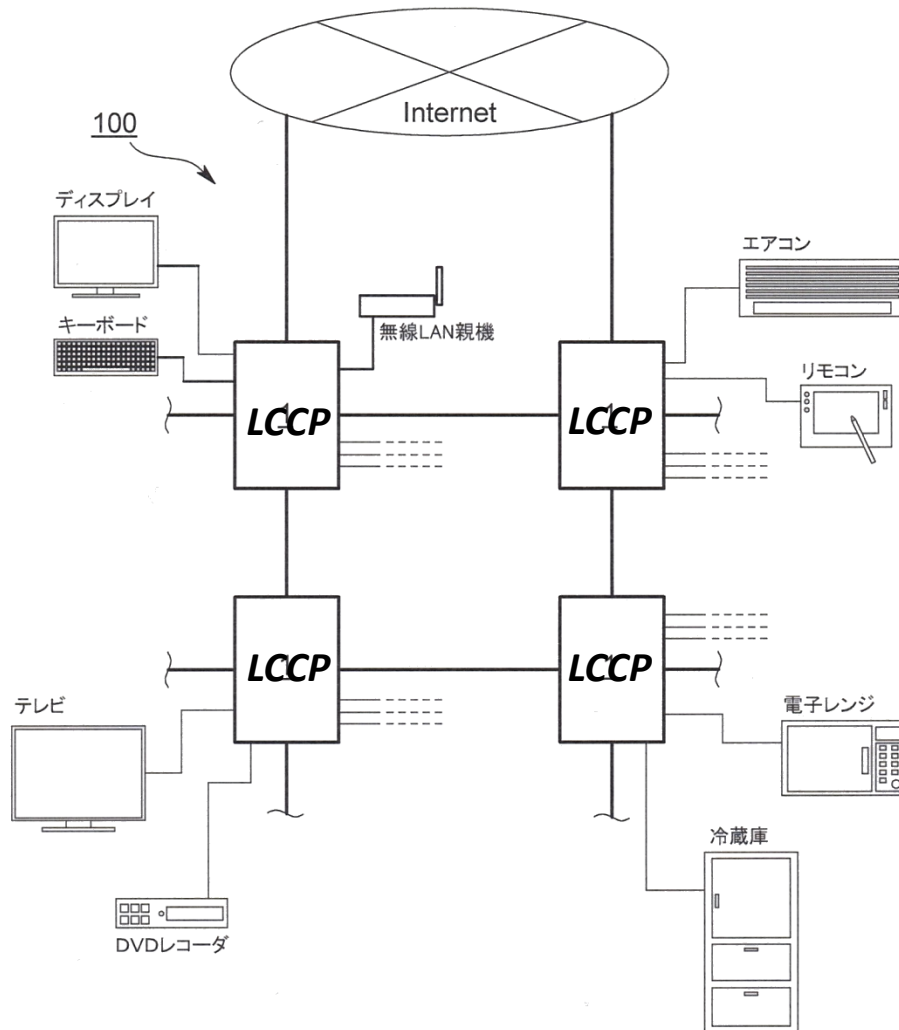
機器側から情報コンセント(LCCP)側へのデータ通信能力があれば、DHCPやplug&play等と同様の要領で機器の設置時に情報コンセントと機器の初期パラメータのコンフィギュレーションが可能になる。

- 複数の情報コンセント（LCCP）が受光可能な場合は、受光する光が一番強いLCCPがその機器を担当することにする。この機能には、LCCP側は受光強度が判るHWが必要(AD input pinの出番)

LCCAは現実的なIoT実現手段

- LCCPより上流はL2もしくはTCP/IP
 - Commodity 有線LAN=ethernet
- LCCPより下流は無線もしくは簡易シリアル通信
 - I2C, CAN, LIN, RS232C
 - 赤外線通信
 - 超音波通信
 - 低消費電力無線通信(Zigbee等)
 - NFC
- TCP/IPプロトコルスタックや高速通信を末端の「物」(デバイス)にまで要求するのは非合理的
 - LCCAは物理的地理的階層性を活かす
 - IPv4を使い続けてもIoTが実現可能

LCCPの家庭内接続例 メッシュ型 (LCCAシステム)



LCCP同士はethernetで結合し、家電類や入力デバイスは低速のシリアル通信でLCCP内蔵のインタフェース回路で接続される。ディスプレイ類はLCCP内蔵のディスプレイ用IFに接続される。

家電等の制御プログラムをメーカーからplug&playによって自動downloadして実行されるようなインフラを将来的に整備する

低速シリアル通信によるIoT実現方法

1. 機器用の専用プログラムをLCCP上にダウンロードして実行させる場合
 - 機器を初めて動かした時点でplug&playによる初期化の一環で自動的に専用プログラムを機器メーカーのweb pageからダウンロードさせる
 - **機器側にTCP/IPプロトコルスタックは不要**
 - 遠隔から操作可能にするためにはNAPTのポート固定かルータのUPnP機能を用いる必要がある
 - この専用プログラムは機器を担当するLCCPに常駐する
2. 担当LCCPにおいてTCP/IPパケットをシリアル通信に変換（必要なヘッダを付加）して中継する場合
 - 機器を初めて動かした時点で担当LCCPやシリアル通信方式を確定させる
 - 担当LCCPがUPnPプロトコルを機器に中継する
 - **機器側にTCP/IP（+UPnP）プロトコルスタックが必要**

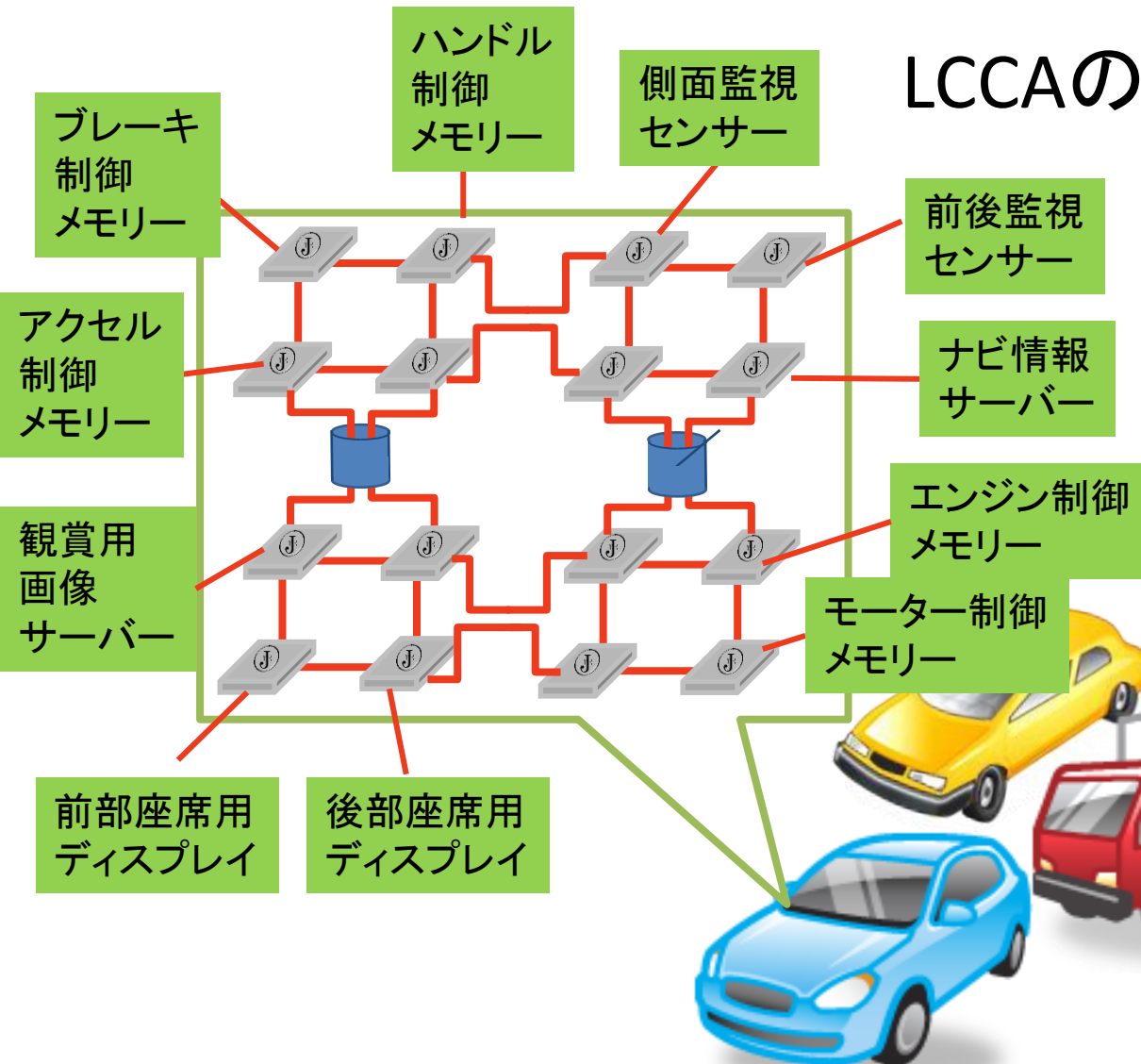
HAにおけるLCCAのさらなる活用方法

1. LCCPの演算能力とメモリ容量を活用して、各種ホームサーバをPC設置不要で実現する
 - 外付けの大容量2次記憶装置をUSB接続
 - ファイルサーバ、ビデオオンデマンドサーバ
 - LCCPの能力不足や容量不足は分散並列処理で回避
 - 高性能なグラフィックス画面が不要
 - 性能は基本的にI/Oボトルネック
2. LCCPのインテリジェンスを活かしてEthernetAVBを実現
 - スイッチングハブとなるLCCPに帯域予約プロトコルと優先度制御を実装し、優先度の高い通信のリアルタイム性を保証する
 - 娯楽用の高解像度のビデオ再生ストリーム等は従来通りベストエフォートで配信される

LCCAの用途例(自動車)

車載ネットワーク

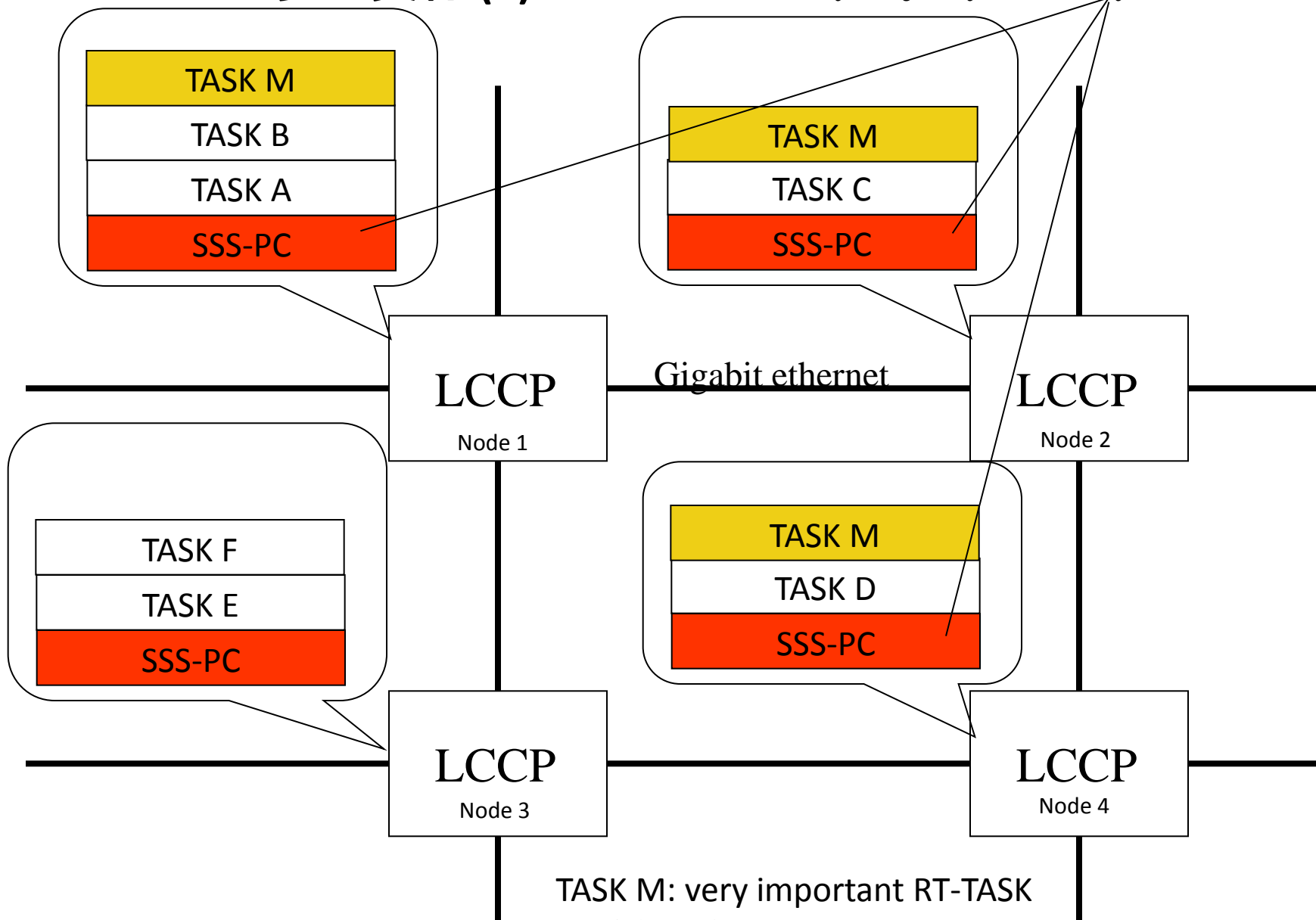
- リアルタイム性
- LCCP をECUとして使用
- 耐故障性
- 高可用性



自動車内のECUを含むICTシステムの置き換えとディペンダビリティの実現

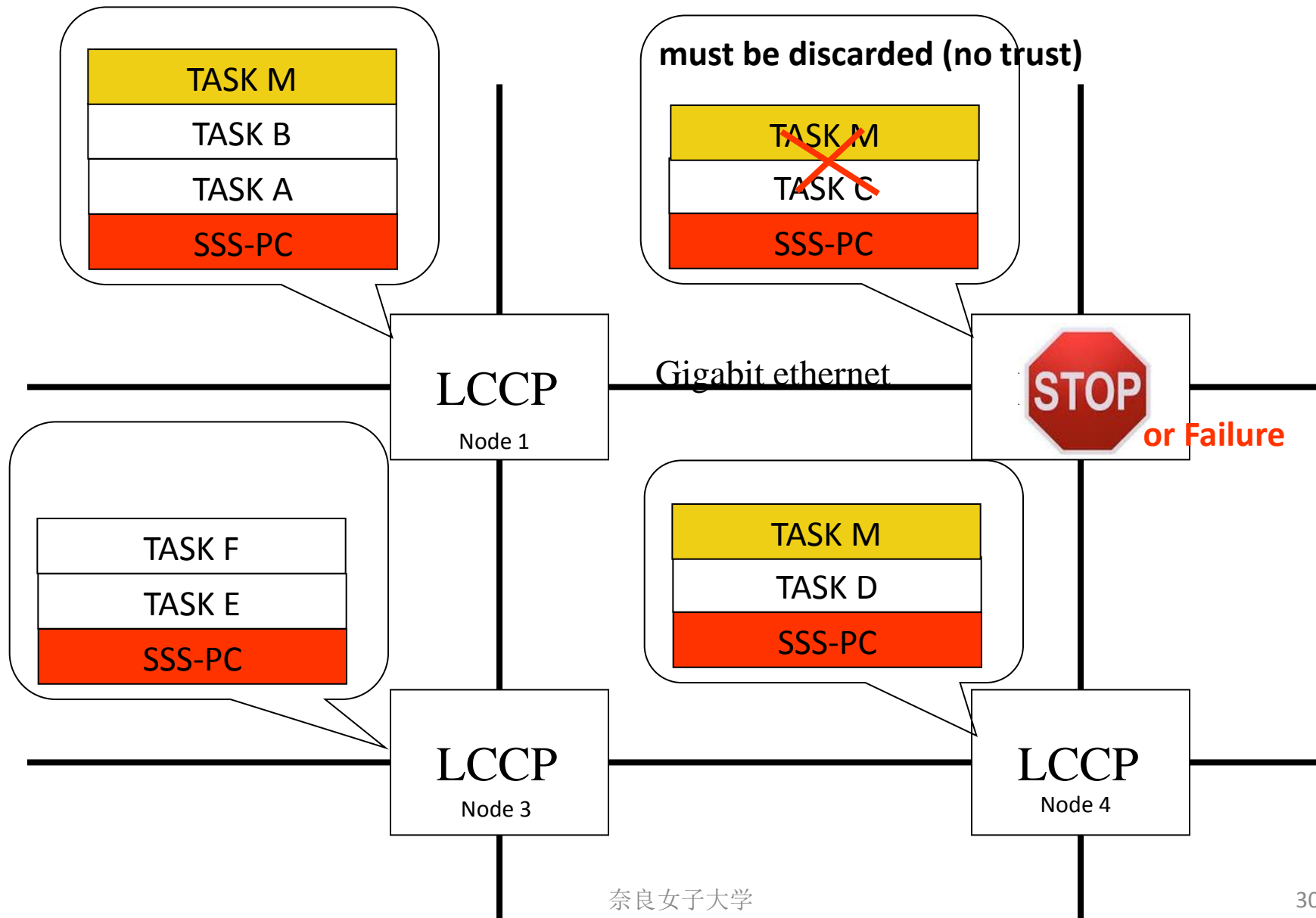
耐故障性: LCCA上の三多重実行 (1)

Comparison of the outputs from TASK Ms,
Decision by majority vote at system-call timings

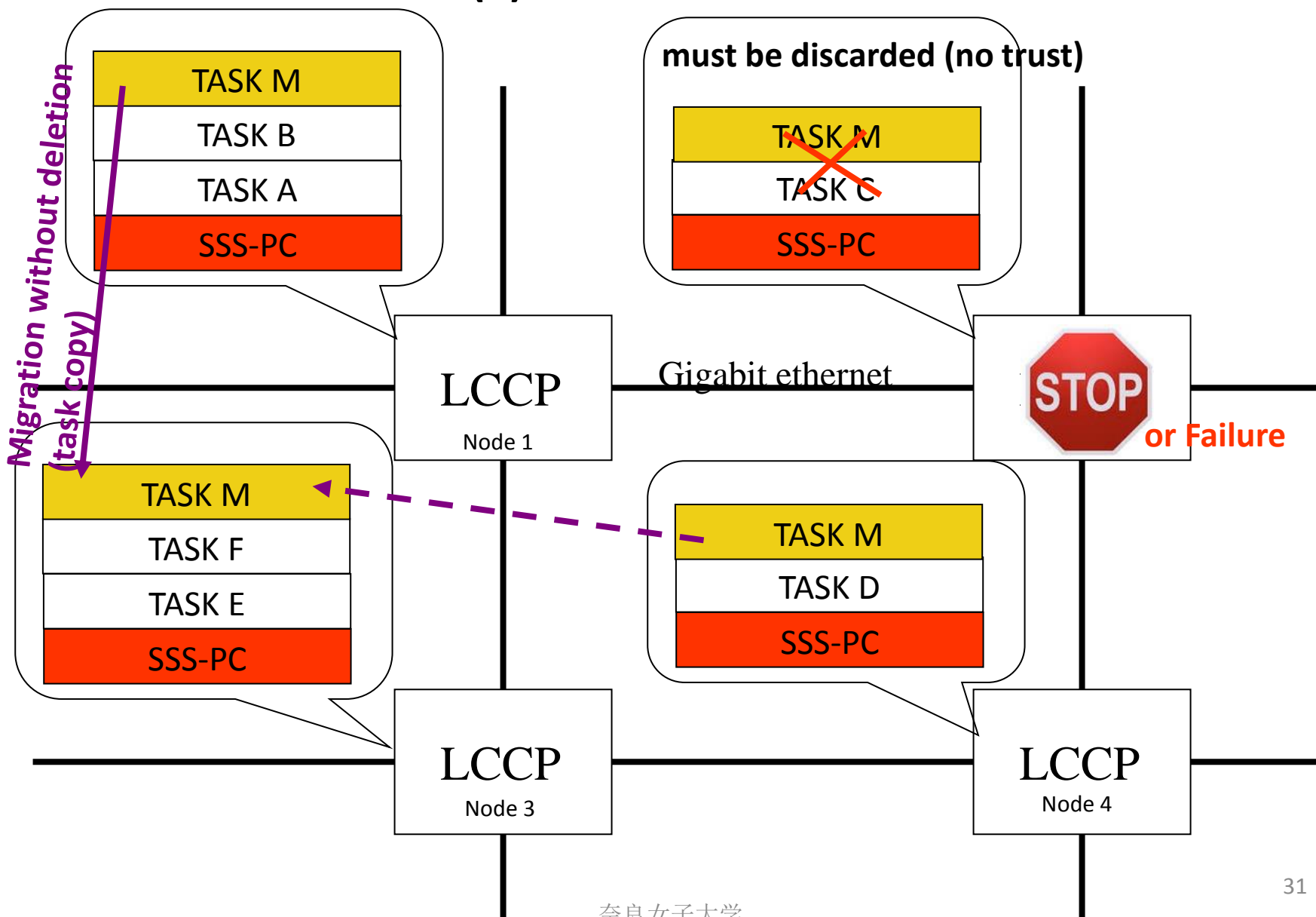


TASK M: very important RT-TASK
In SSS-PC a task means a process in UNIX.

耐故障性: LCCA上の三多重実行 (2)

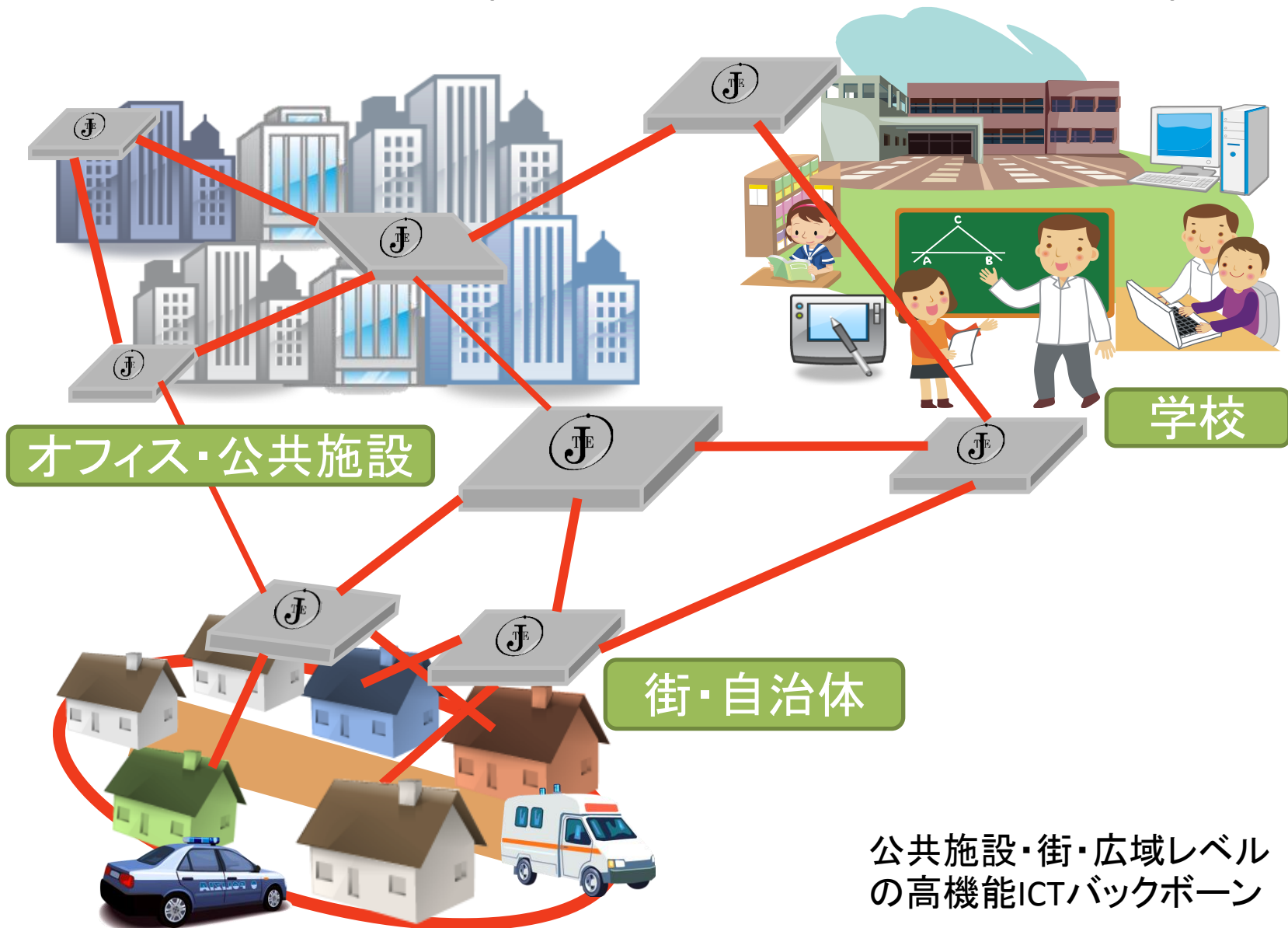


耐故障性: LCCA上の三多重実行 (3)

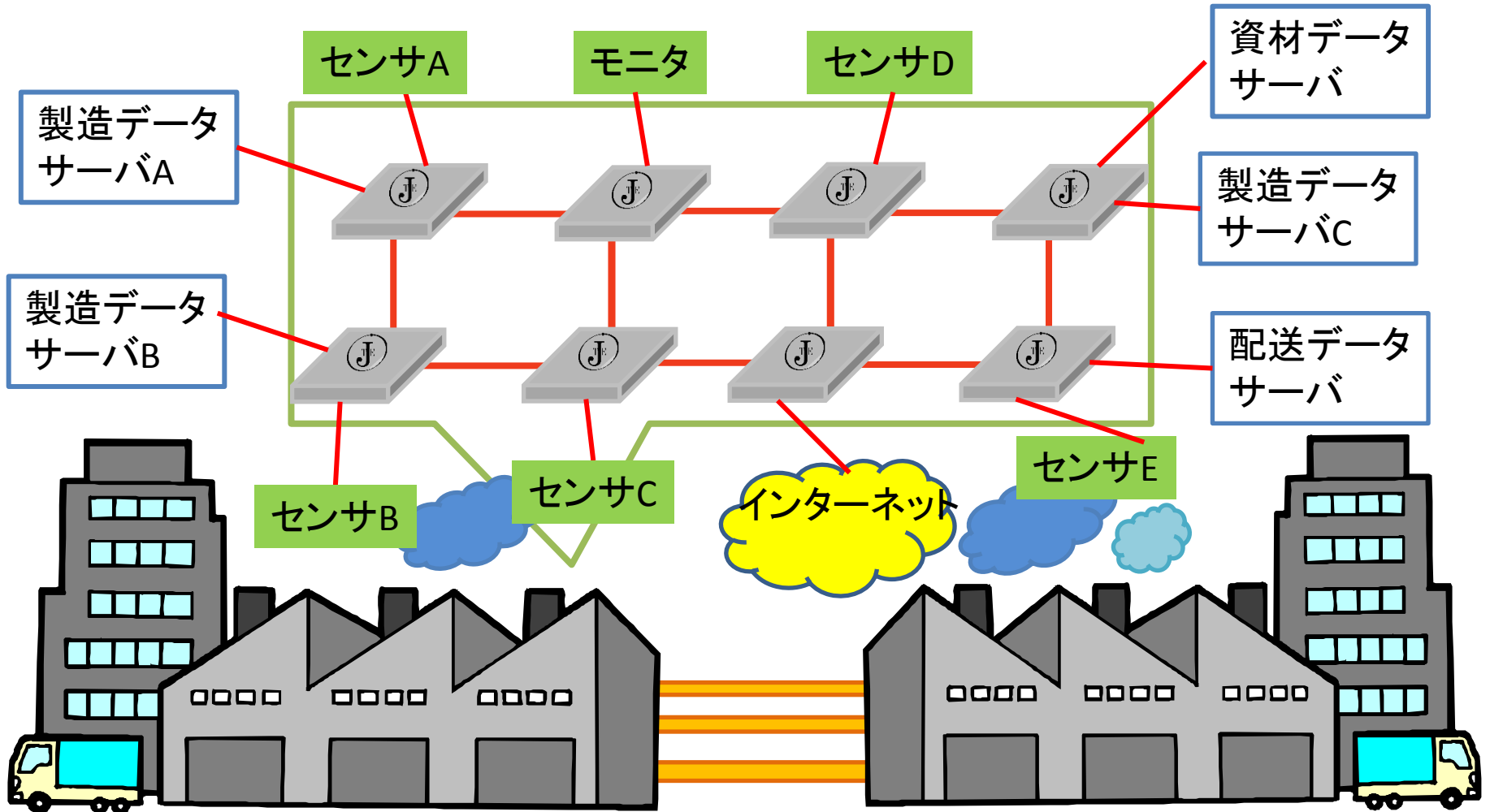


奈良女子大学
The triple execution of TASK M is restored and continues.

LCCAの用途例(広域ネットにも拡大可能)

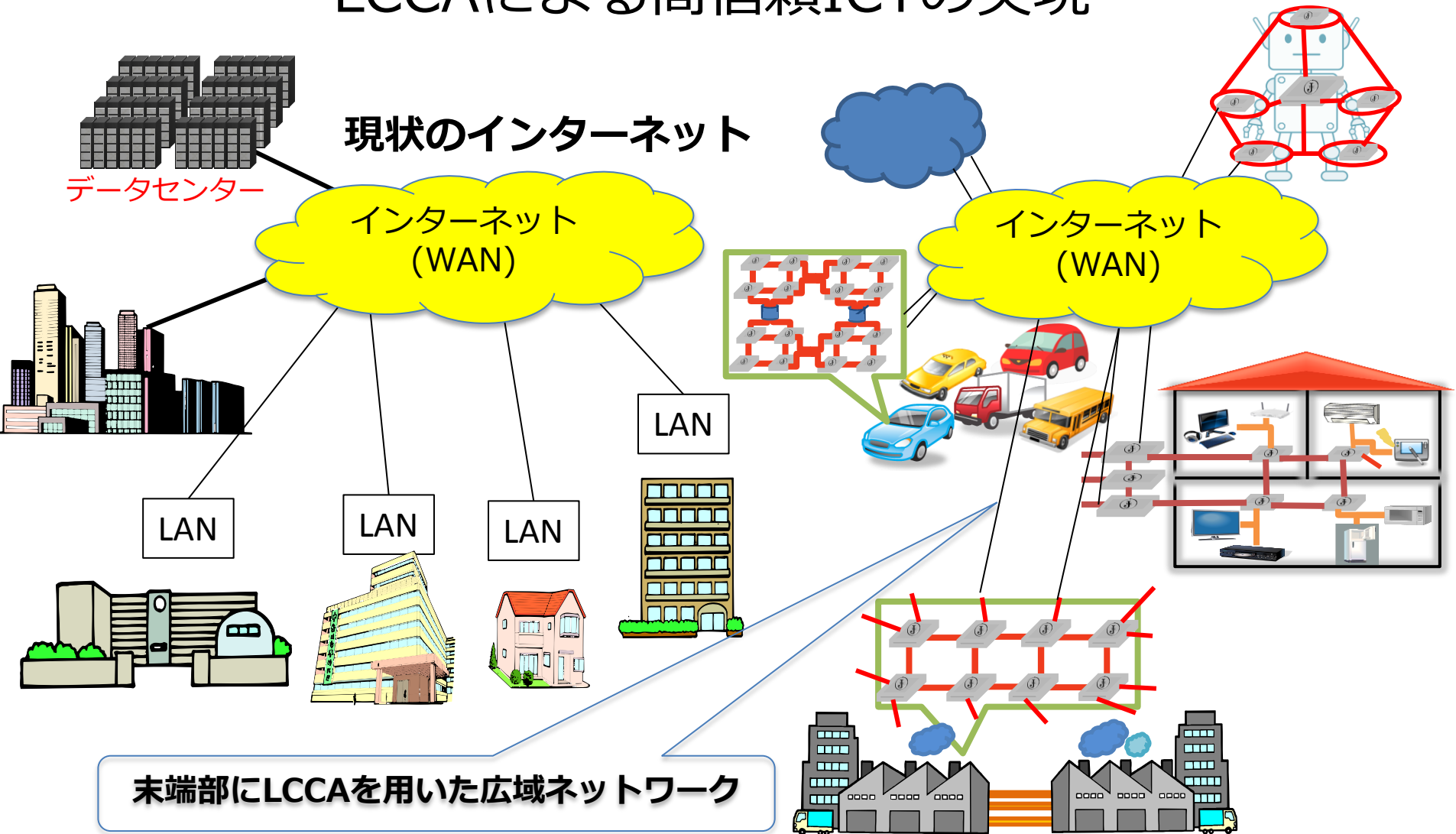


LCCAの用途例(プラント内)



FAシステムのEUCを含むICTシステムの置き換えとディペンダビリティの実現

LCCAによる高信頼ICTの実現



LCCA/LCCP研究開発の準備状況

- LCCP/SoCを開発するノウハウとIP資産
 - JSTEP-3開発によりSoC開発を経験済み
 - CPUコア, Gigabit Ethernet MAC, 暗号化回路等の回路IP
 - JSTEP-3の開発チームの再結集が可能
- ディペンダビリティを提供可能な分散OS
 - 高可用性と高度な仮想化を提供可能なスケラブルOS SSS-PCを既に開発済み
 - SSS-PCにはリアルタイムスケジューリング機能も搭載されているため、分散組込みOSとしても使用可能である
 - LCCA/LCCPシステムへの移植と耐故障性機能の新規開発のみを行えばよい

以下の目処が立っていない[大募集中]

- SoC開発可能な予算を一緒に取るためのパートナー
- 実証するためのアプリケーションを開発してくれるパートナー
- 車載Ethernet, HA, FA等の規格制定中情報の収集チャネル

SSS-PC の主な技術的特徴

SSS-PC
The Scalable Operating System

1. 高機能、低遅延、低オーバーヘッドの汎用通信方式：MBCF
2. タスクマイグレーション機能による無停止メンテナンス
3. 自由市場原理に基づく負荷分散機能
4. マシン境界を越えた情報開示機構：IDM
5. UNIX環境を分散OS上にユーザレベルで提供：UNIX互換libc
6. ユーザレベルの仮想OS実装によるバイナリ互換実行
7. 10万台規模までのスケーラビリティ
8. クラスタIPアドレスによるサーバマシンの仮想化
9. 分散リアルタイムオペレーティングシステム
10. 純国産オペレーティングシステム



SSS-PCシステム例

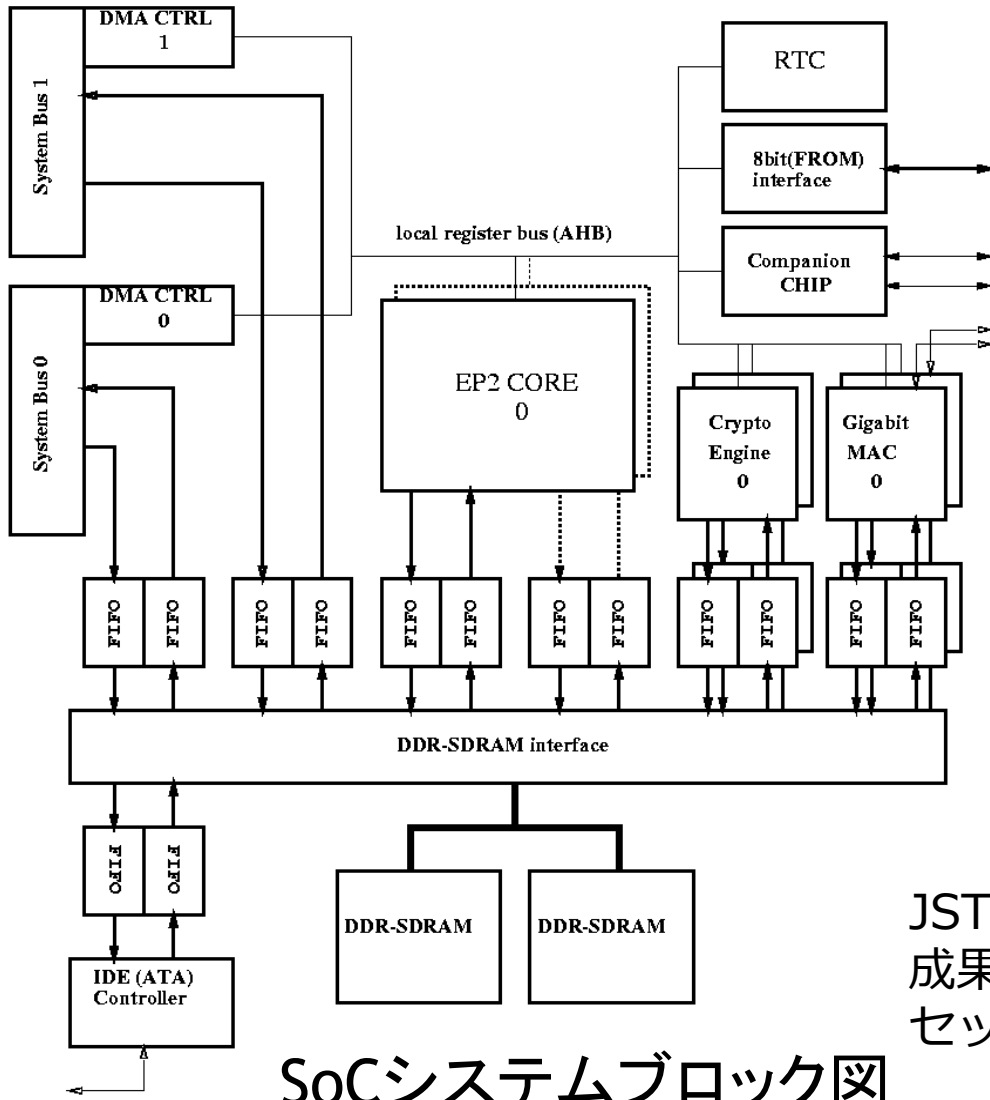
PCサーバークラスター

PC&WS 混載クラスター

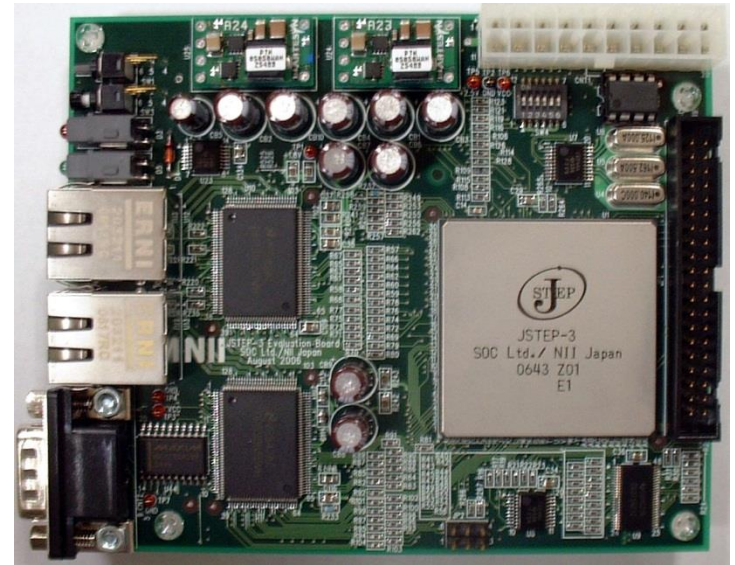


JST平成10年度 さきがけ研究21 「情報と知」領域「自律最適化を支援する資源割り当て方式の研究」およびIPA助成金による成果

システムLSI:JSTEP-3(2006年完成)



SoCシステムブロック図



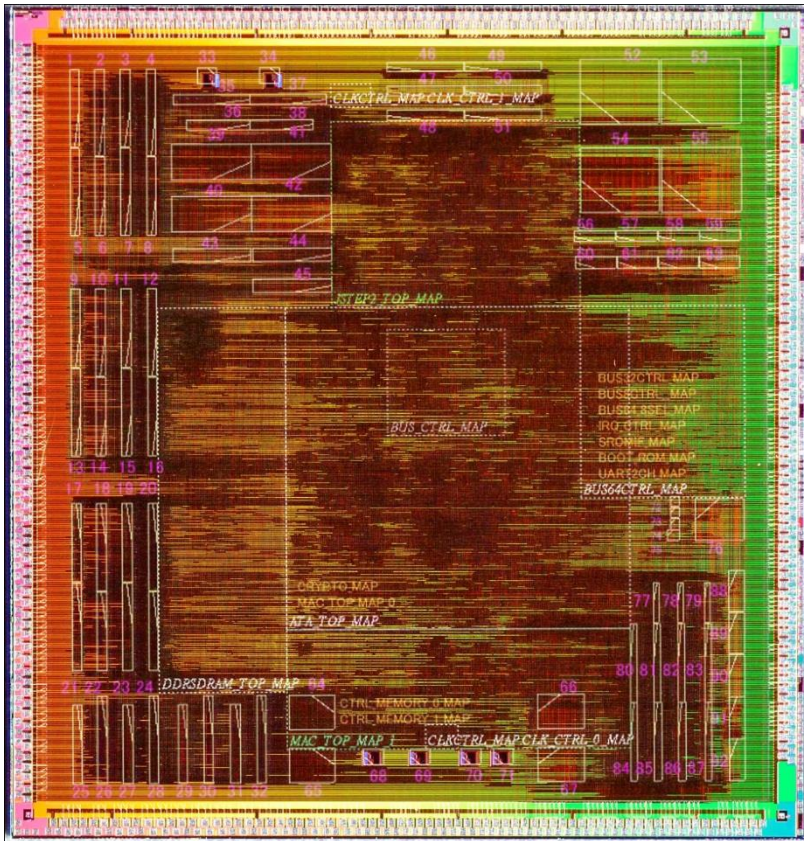
システムボード写真

JST平成13年度 新規事業志向型研究開発
成果展開事業「高性能組込マイクロプロ
セッサ」による成果

JSTEP3コア(プロセッサ)

特徴:

- 8段パイプライン構造
- SPARC Version 8命令セット+拡張命令
- 命令キャッシュ(連想度、容量可変)
- データキャッシュ(連想度、容量可変)
- 超高速割り込み処理機構搭載
- キャッシュ制御命令搭載
- エラスティックプリフェッチ機構搭載
- メモリ管理機構搭載
- 条件実行命令拡張(オプション)
- 2006年完成, 0.18 μ m, スタンダードセル
- 200MHz



試作SoC写真

おわりに

1. LCCPを組み合わせて構築するLCCAネットワークは多くの特長を持ち、機器(「物」)側の改変を最小にして、安心安全なIoT社会を構築することができる
2. LCCPは流行用語で言えば有線LANを主回線とするIoT **ハブチップ**と捉えることが可能である。我々はこれを2014年より提唱している
3. LCCAネットワークによるLANの構築が標準技術となれば、LCCPは日本発の大ヒットASSP SoCの地位につくことができる。元気のないロジックLSI設計製造業界に少しでも活気を取り戻してもらいたい

お問い合わせ先

奈良女子大学

研究協力課社会連携推進係 境 雅歳

TEL 0742-20-3968

FAX 0742-20-3958

e-mail kenkyou@cc.nara-wu.ac.jp